

**TATA VENTILASI ALAMI PADA BALAI KOTA AMONG TANI
BATU**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**CINDY LUPITA NOVIA RIZKI
NIM. 125060500111052**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

TATA VENTILASI ALAMI PADA BALAI KOTA AMONG TANI BATU

SKRIPSI

PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



CINDY LUPITA NOVIA RIZKI
NIM. 125060500111052

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 5 Januari 2018

Mengetahui,
Ketua Program Studi Sarjana Aritektural

Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.
NIP. 19650218 199002 1 001

Dosen Pembimbing

Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D
NIP. 19740915 200012 1 001

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya, yang tersebut dibawah ini:

Nama : Cindy Lupita Novia Rizki

NIM : 125060500111052

Judul Skripsi : Tata Ventilasi Alami pada Balai Kota Among Tani Batu

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 15 Januari 2018

Mahasiswa,

CINDY LUPITA NOVIA RIZKI
NIM. 125060500111052

Acknowledgements

Foremost, I want to thank Allah SWT for the wisdom he bestowed upon me, the life and blessings, peace of mind and healthiness to finish this research.

I would like to offer this endeavor to the people whom I love the most, Mama, Papa, my brother Alief Rendy Renaldy and my sister Kak Fitria Rizki Aprilia, and I want to thank you for the encouragement which helped me to finish this study.

I am highly obliged in taking the opportunity to thank my companion-in-arms Mia Permatasari, Utari Sulistyandari, Rahma Nur Ilma, Uqiek Widyastono, Al Amin Rois, Tio Satria, Dyllan Naufal, Abda Alif and Rahadito Baskara for the friendship, support, advice and joke you bring through the past 5 years. See you on the next step of this journey. Also bunch of thanks to my second family Arsirolas for the support during my study period.

I would like to thank my bestfriends Dina Savita, Violeta Indonesiani, Paramita Devi and Anggi Kurniawan for the support during my hard times through this study.

Lastly, I want to thank Avif Aulia Rachman for all your love, support, faithfulness and the wait for my study period that takes longer than usual.

Cindy Lupita Novia Rizki

RINGKASAN

CINDY LUPITA NOVIA RIZKI, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2018, “Tata Ventilasi Alami pada Balai Kota Among Tani Batu”. Dosen Pembimbing: Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D.

Pembangunan di Kota Batu yang cukup pesat dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir, antara lain pembangunan sejumlah objek wisata, perumahan, hotel, mall dan kantor. Salah satu contoh adalah Balai Kota Among Tani Batu yang berfungsi sebagai tempat diselenggarakan kegiatan administratif dan non administratif yang berkaitan dengan pemerintahan Kota Batu. Kota Batu memiliki potensi iklim yang dingin dan sejuk apabila ingin memanfaatkan penghawaan alami pada bangunan karena posisinya yang berada di dataran yang tinggi dan diapit oleh beberapa lereng pegunungan, namun faktanya Kantor Balai Kota Among Tani Batu belum memanfaatkan potensi tersebut. Bangunan tersebut masih menggunakan sistem AC central sebagai sistem penghawaan utama. Penggunaan AC pada bangunan memperparah kondisi lingkungan seperti yang sedang marak pada isu pemanasan global. Penerapan tata ventilasi alami dipilih sebagai rekomendasi desain karena tata ventilasi pada bangunan tersebut belum memenuhi standar terkait dengan kenyamanan termal bangunan. Luas bukaan masih kurang dari standar dan sistem ventilasi silang tidak tercapai, menyebabkan suhu rata-rata ruangan saat jam kerja lebih tinggi daripada batas kenyamanan termal untuk melakukan aktivitas kerja. Rekomendasi desain pada ukuran dan orientasi bukaan mampu menurunkan suhu ruangan saat jam kerja dan mengoptimalkan sistem ventilasi silang, yang dapat dibuktikan menggunakan software Autodesk Ecotect 2011 dan Ansys Inc. Dengan adanya rekomendasi desain tersebut, diharapkan dapat menjadi contoh bagi bangunan lain yang akan dibangun di Kota Batu, agar mempertimbangkan penggunaan ventilasi alami sebagai sistem penghawaan utama.

Kata Kunci: Ventilasi, Penghawaan Alami, Kenyamanan Termal

SUMMARY

CINDY LUPITA NOVIA RIZKI, Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, January 2018, “Natural Ventilation System at Among Tani Town Hall Batu”. Dosen Pembimbing: Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D.

Development in Batu City is quite rapid in the last ten years, there are the constructions of a some tourist attractions, housing, hotels, malls and offices. The example is Among Tani Batu Town Hall which serves as a place for administrative and non-administrative activities related to Batu City government. Batu City has cold and cool climate that is potential if it wants to take advantage of natural air circulation in the building because of its position on the high land and flanked by several mountain slopes, but in fact Among Tani Town Hall Batu has not utilized that potential. The building is still using the central air conditioning system as the main air circulation system. The use of air conditioning in buildings worsen environmental conditions as it is rampant on the issue of global warming. The application of natural ventilation is chosen as a design recommendation because the ventilation of the building has not met the standards related to the thermal comfort of the building. The ventilations total size is still less than standard and the cross ventilation system is not reached, causing the average temperature of the room during working hours is higher than the thermal comfort limit to perform work activities. The change on the size and orientation of ventilations reduce the room temperature during working hours and optimize the cross ventilation system, which can be proven using Autodesk Ecotect 2011 and Ansys Inc software. With such design recommendations, it is expected to be an example for other buildings to be constructed in Kota Batu, to consider the use of natural ventilation as the main air circulation system.

Keywords: Ventilation, Natural Air Circulation, Thermal Comfort

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Tata Ventilasi Alami pada Balai Kota Among Tani Batu guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph. D selaku Dosen Pembimbing
2. Bapak Ir. Jusuf Thojib, MSA selaku Dosen Penguji 1
3. Bapak Ary Deddy Putranto, ST., MT selaku Dosen Penguji 2

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Malang, 3 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

ACKNOWLEDGEMENT

SUMMARY

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Potensi Iklim Kota Batu	1
1.1.2 Kantor Balai Kota Among Tani Kota Batu	2
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan.....	3
1.6 Manfaat	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Teori.....	7
2.1.1 Kantor.....	7
2.1.1.1 Kebutuhan Aktivitas Kantor	7
2.1.1.2 Klasifikasi Ruang pada Kantor	8
2.1.1.3 Kantor Balai Kota.....	9
2.1.2 Kenyamanan Termal pada Bangunan	9
2.1.2.1 Faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal.....	9
2.1.2.2 Strategi Pengendalian Termal	9

2.1.2.3 Standar Kenyamanan Termal.....	10
2.1.3 Penghawaan Alami pada Bangunan	10
2.1.3.1 Pergerakan Udara pada Bangunan	10
2.1.3.2 Skala Beaufort	11
2.1.4 Ventilasi Alami	13
2.1.4.1 Tujuan Pengadaan Ventilasi	13
2.1.4.2 Persyaratan Teknis Ventilasi dan Jendela.....	13
2.1.4.3 Jenis Buka-an Ventilasi.....	14
2.1.4.4 Kebutuhan Laju Udara Ventilasi.....	16
sumber: Latifah, 2015	16
2.1.4.5 Luas Buka-an Udara	16
2.1.4.7 Orientasi Buka-an Udara.....	17
2.1.4.8 Ventilasi Silang (<i>Cross Ventilation</i>).....	18
2.2 Studi Terdahulu	19
2.2.1 Optimalisasi Penghawaan Alami Pada Bangunan Pendidikan Berlantai Banyak (Studi Kasus Gedung F FEB UB).....	19
2.2.2 Ventilasi Alami Untuk Hunian Berdempetan di Daerah Beriklim Panas Lembap	20
2.3 Kerangka Teori.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Metode Umum	23
3.2 Lokasi Penelitian	24
3.3 Objek Penelitian	24
3.4 Prosedur Penelitian.....	25
3.4.1 Input (Pengumpulan data)	25
3.4.2 Proses (Analisa, Pembahasan dan Rekomendasi Desain).....	26
3.4.3 Output (Kesimpulan dan Saran).....	26
3.5 Tahap Insolation Analysis Menggunakan Autodesk Ecotect Analysis 2011	26
3.6 Tahap CFX Simulation Menggunakan ANSYS Inc.....	32
3.7 Alur Penelitian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Tinjauan Umum	39
4.1.1 Tinjauan Geografis Kota Batu.....	39
4.1.2 Kondisi Iklim Kota Batu	39

4.2 Data Kantor Balai Kota Among Tani Batu.....	41
4.2.1 Data Layout Kawasan Kantor Balai Kota Among Tani	41
4.2.2 Kondisi Topografi Tapak	42
4.3 Pemilihan Sampel.....	43
4.4 Gedung C Balai Kota Among Tani Batu.....	44
4.4.1 Data Pemakaian Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani Batu.....	44
4.4.2 Data Penggunaan AC Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani.....	45
4.4.3 Data Jenis Bukaannya Eksisting Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani	46
4.4.4 Analisis Perbandingan Luas Bukaannya Ventilasi Eksisting dengan Standar SNI 03-6572-2001	48
4.4.5 Data Suhu dan Kelembapan Eksisting Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani...	51
4.4.6 Data Kecepatan dan Arah Pergerakan Udara Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani	57
4.4.7 Analisis Selubung Bangunan Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani	63
4.5 Analisis Kenyamanan Termal Menggunakan Software Autodesk Ecotect.....	64
4.6 Validasi Simulasi Pengukuran	98
4.7 Analisis Kenyamanan Termal Menggunakan Software ANSYS Inc.....	99
4.8 Rekomendasi Desain	102
4.9 Hasil Simulasi Rekomendasi Menggunakan Software Autodesk Ecotect 2011.....	112
4.10 Hasil Simulasi Rekomendasi Menggunakan Software ANSYS Inc	135
BAB V KESIMPULAN.....	135
5.1 Kesimpulan	139
5.2 Saran.....	139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.....	18
Gambar 2.2.....	18
Gambar 2.3.....	19
Gambar 2.4.....	20
Gambar 3.1.....	24
Gambar 3.2.....	24
Gambar 3.3.....	24
Gambar 3.4.....	25
Gambar 3.5.....	26
Gambar 3.6.....	27
Gambar 3.7.....	27
Gambar 3.8.....	27
Gambar 3.9.....	28
Gambar 3.10.....	28
Gambar 3.11.....	28
Gambar 3.12.....	29
Gambar 3.13.....	29
Gambar 3.14.....	30
Gambar 3.15.....	30
Gambar 3.16.....	30
Gambar 3.17.....	31
Gambar 3.18.....	31

Gambar 3.19.....	32
Gambar 3.20.....	32
Gambar 3.21.....	33
Gambar 3.22.....	33
Gambar 3.23.....	34
Gambar 3.24.....	34
Gambar 3.25.....	35
Gambar 3.26.....	35
Gambar 3.27.....	36
Gambar 3.28.....	36
Gambar 4.1.....	39
Gambar 4.2.....	41
Gambar 4.3.....	41
Gambar 4.4.....	44
Gambar 4.5.....	44
Gambar 4.6.....	58
Gambar 4.7.....	59
Gambar 4.8.....	59
Gambar 4.9.....	60
Gambar 4.10.....	61
Gambar 4.11.....	62
Gambar 4.12.....	62
Gambar 4.13.....	63

Gambar 4.14.....	64
Gambar 4.15.....	65
Gambar 4.16.....	66
Gambar 4.17.....	67
Gambar 4.18.....	68
Gambar 4.19.....	69
Gambar 4.20.....	70
Gambar 4.21.....	71
Gambar 4.22.....	72
Gambar 4.23.....	73
Gambar 4.24.....	74
Gambar 4.25.....	75
Gambar 4.26.....	76
Gambar 4.27.....	77
Gambar 4.28.....	78
Gambar 4.29.....	79
Gambar 4.30.....	80
Gambar 4.31.....	81
Gambar 4.32.....	82
Gambar 4.33.....	83
Gambar 4.34.....	84
Gambar 4.35.....	85
Gambar 4.36.....	86

Gambar 4.37.....	87
Gambar 4.38.....	88
Gambar 4.39.....	89
Gambar 4.40.....	90
Gambar 4.41.....	91
Gambar 4.42.....	92
Gambar 4.43.....	93
Gambar 4.44.....	94
Gambar 4.45.....	95
Gambar 4.46.....	96
Gambar 4.47.....	97
Gambar 4.48.....	99
Gambar 4.49.....	99
Gambar 4.50.....	100
Gambar 4.51.....	100
Gambar 4.52.....	101
Gambar 4.53.....	101
Gambar 4.54.....	112
Gambar 4.55.....	113
Gambar 4.56.....	114
Gambar 4.57.....	115
Gambar 4.58.....	116
Gambar 4.59.....	117

Gambar 4.60.....	118
Gambar 4.61.....	119
Gambar 4.62.....	120
Gambar 4.63.....	121
Gambar 4.64.....	122
Gambar 4.65.....	123
Gambar 4.66.....	124
Gambar 4.67.....	125
Gambar 4.68.....	126
Gambar 4.69.....	127
Gambar 4.70.....	128
Gambar 4.71.....	129
Gambar 4.72.....	130
Gambar 4.73.....	131
Gambar 4.74.....	132
Gambar 4.75.....	132

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Efek Penyegaran.....	11
Tabel 2.2 Tabel Skala Beaufort.....	11
Tabel 2.3 Jenis Jendela.....	14
Tabel 2.4 Kebutuhan Laju Udara Ventilasi.....	16
Tabel 2.5 Tabel Peningkatan Kecepatan Udara Dalam Ruang Berdasarkan Rasio Luas Outlet terhadap Inlet.....	16
Tabel 4.1 Suhu, Kelembapan Udara dan Kecepatan Angin di Kota Batu Tahun 2015.....	40
Tabel 4.2 Data Penggunaan AC Gedung C.....	45
Tabel 4.3 Jenis Bukaannya Eksisting Kantor Balai Kota Among Tani.....	46
Tabel 4.4 Perbandingan Luas Bukaannya Eksisting dengan SNI 03-6572-2001	49
Tabel 4.5 Suhu, Kecepatan Angin dan Kelembapan pada Tanggal 23 April 2017.....	51
Tabel 4.6 Suhu, Kecepatan Angin dan Kelembapan pada Tanggal 24 April 2017.....	53
Tabel 4.7 Suhu, Kecepatan Angin dan Kelembapan pada Tanggal 30 April 2017.....	55
Tabel 4.8 Arah dan Kecepatan Angin pada Bagian Depan Bangunan.....	58
Tabel 4.9 Arah dan Kecepatan Angin pada Bagian Kanan Bangunan.....	59
Tabel 4.10 Arah dan Kecepatan Angin pada Bagian Belakang Bangunan.....	61
Tabel 4.11 Rekomendasi Bukaannya Lantai 1.....	102
Tabel 4.12 Rekomendasi Bukaannya Lantai 2.....	106
Tabel 4.13 Rekomendasi Bukaannya Lantai 3.....	108
Tabel 4.14 Perbandingan Luas Bukaannya Eksisting dengan SNI 03-6572-2001	138

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Potensi Iklim Kota Batu

Kota Batu merupakan kota yang memiliki kondisi iklim yang tergolong sejuk karena sebagian besar keadaan topografi Kota Batu didominasi oleh kawasan dataran tinggi yaitu 700 – 1700 meter di atas permukaan laut dan berada di lereng tiga pegunungan yang besar, yaitu Panderman-Butak-Kawi, Arjuno-Welirang dan Bromo-Semeru. Kota Batu memiliki suhu rata-rata 22,8 derajat celcius, rentang suhu 18-29 derajat celcius, kelembapan udara 75-98%. Kecepatan angin rata-rata dalam setahun cukup tinggi yaitu 10,73 km/jam.

Potensi iklim ini nampaknya belum dimanfaatkan secara maksimal untuk penghawaan alami pada bangunan. Salah satunya pada bangunan Kantor Balai Kota Among Tani yang berlokasi di Jalan Panglima Sudirman, Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu. Bangunan ini menggunakan AC sebagai sistem penghawaan utama. Padahal lingkungan sekitar mendukung untuk memaksimalkan penghawaan alami. Kantor Balai Kota Among Tani Kota Batu didesain fasad yang didominasi oleh kaca mati, dengan beberapa bukaan jendela yang tidak banyak. Potensi kawasan berupa suhu udara dan angin yang belum dimaksimalkan ini seharusnya menjadi dasar perancangan Kantor Balai Kota Among Tani Batu terutama pada bagian bukaan, karena bukaan merupakan penghubung utama antara ruang dalam dan ruang luar yang berpengaruh besar pada penghawaan bangunan.

Tapak Kantor Balai Kota Among Tani Batu juga mendukung untuk menghadirkan penghawaan alami pada bangunan. Bangunan ini berada di tapak yang luas dan tidak berbatasan dengan bangunan lain sama sekali. Yang membatasi bangunan ini hanya area parkir, taman dan sawah. Sehingga tidak ada yang menghalangi angin untuk masuk langsung menuju bangunan. Penggunaan AC untuk jangka panjang memiliki dampak negatif bagi

lingkungan, maka dari itu perlu adanya perubahan pada fasad untuk mengoptimalkan fungsi penghawaan dalam bangunan.

1.1.2 Kantor Balai Kota Among Tani Kota Batu

Kantor Balai Kota Among Tani Kota Batu merupakan kantor yang memuat berbagai unit kantor pemerintahan dengan fungsi yang beragam dalam satu bangunan. Kantor ini tidak hanya ditempati oleh kantor Pemkot Batu, namun seluruh BUMD Kota Batu antara lain PDAM dan PT Batu Wisata Resources (PMR) dan sejumlah organisasi formal dan non formal, menjadikan Kantor Balai Kota Among Tani sebagai pusat aktivitas pemerintahan di Kota Batu.

Kantor Balai Kota Among Tani Kota Batu memiliki dua bangunan gedung utama dan satu bangunan masjid. Pada gedung utama memuat fungsi kantor antara lain aktivitas bekerja dan rapat. Aktivitas ini berjalan secara intensif setiap hari pada jam kerja yaitu pukul 08.00 sampai 16.00. Rentang waktu ini merupakan waktu dimana suhu luar bangunan paling panas karena paparan sinar matahari. Agar memperoleh suhu kenyamanan kerja optimal, kantor ini menggunakan sistem AC Central sebagai penghawaan utama. AC Central sebagai penghawaan utama ini aktif selama jam kerja berlangsung.

Sistem penghawaan ini belum sesuai diterapkan pada bangunan di Kota Batu, karena Kota Batu masih memiliki kondisi iklim yang masih menunjang untuk memaksimalkan penghawaan alami. Sekilas dilihat dari tampaknya, Kantor Balai Kota Among Tani Batu juga belum menunjukkan adanya upaya memaksimalkan penghawaan alami. Bangunan ini memiliki banyak jendela mati dan penggunaan dinding yang masif. Namun penghawaan buatan pada bangunan ini juga masih diperlukan, untuk mengantisipasi kenaikan suhu pada kondisi tertentu. Oleh karena itu perlu adanya perancangan ulang fasad Kantor Balai Kota Among Tani Batu guna memaksimalkan penghawaan alami tanpa menghilangkan penghawaan buatan. Sehingga jam efektif penggunaan AC selama jam kerja dapat diminimalisir.

Maka dari itu penerapan tata ventilasi alami menjadi salah satu alternatif permasalahan yang ada karena ventilasi alami memungkinkan adanya sirkulasi udara yang lebih baik dalam bangunan tanpa mengganggu fungsi bangunan tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Kantor Balai Kota Among Tani Batu masih menggunakan AC sebagai sistem penghawaan utama, padahal kondisi iklim kawasan dan tapak mendukung untuk memaksimalkan penghawaan alami tanpa mengurangi kenyamanan kerja. Serta kondisi kawasan dan tapak mendukung untuk pemaksimalan penghawaan alami, baik dari segi iklim maupun topografi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka masalah yang dirumuskan yaitu:

Bagaimana pengaruh tata ventilasi alami terhadap kenyamanan termal di Kantor Balai Kota Among Tani Batu?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam kenyamanan termal Kantor Balai Kota Among Tani Batu ini dititikberatkan pada:

1. Batasan bagian yang akan dirancang ulang yaitu pada bagian ventilasi/bukaan berupa jendela
2. Batasan bangunan yang akan diredesain yaitu bagian gedung utama yang memiliki fungsi sebagai ruang kerja
3. Pada keseluruhan perancangan ini tidak mengacu pada batasan biaya
4. Rekomendasi yang diberikan tidak mengubah ukuran dan bentuk ruangan di dalam bangunan

1.5 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu guna merancang ulang bukaan pada Kantor Balai Kota Among Tani Batu dengan menerapkan konsep ventilasi alami untuk memperoleh kenyamanan termal pada bangunan.

1.6 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Terbentuknya suatu rancangan baru pada Kantor Balai Kota Among Tani Batu dengan menggunakan konsep ventilasi alami guna memperoleh kenyamanan termal dan meminimalisir penggunaan AC, agar potensi kawasan dan tapak lebih optimal dan mengurangi penggunaan energi pada bangunan.
2. Dapat dijadikan sumber studi dan penelitian berkelanjutan yang menggunakan objek yang sama

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan dalam penyusunan skripsi adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan membahas tentang latar belakang pemilihan topik, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian dan perancangan untuk beberapa pihak.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka berisi tentang kajian teori yang digunakan baik mengenai kantor maupun teori kenyamanan termal, penghawaan alami, ventilasi alami, dan standar yang dijadikan patokan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI

Bab metodologi berisi tentang metode yang digunakan dalam perancangan dan penelitian, data-data yang diperlukan, pengolahan data yang sudah diperoleh dan metode pengolahan data tersebut sehingga diperoleh suatu konsep dasar perancangan, serta tahapan simulasi penghawaan bangunan.

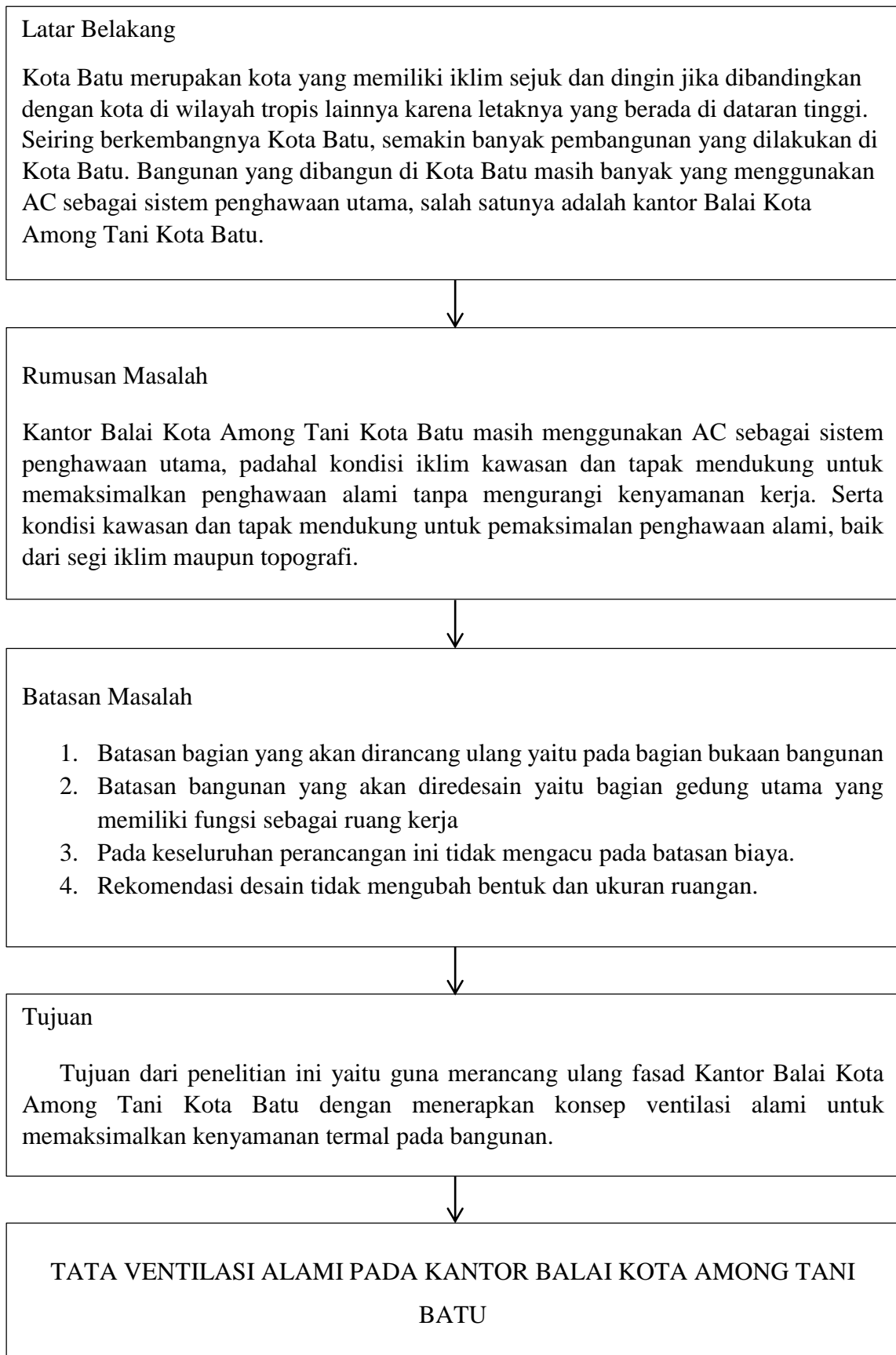
BAB IV HASIL

Bab ini berisi tentang analisis, konsep dan hasil akhir rancangan yang merupakan hasil dari pengolahan data yang sudah diperoleh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi penutup yang berisi tentang kesimpulan dari keseluruhan hasil yang diperoleh dan saran yang diusulkan.

1.8 Kerangka Pemikiran



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Teori

2.1.1 Kantor

Menurut Moekijat (1997:3) kantor adalah tempat yang digunakan untuk aktivitas pekerjaan tata usaha dengan nama tertentu. Menurut Prajudi Atmosudirjo (1982:25) Kantor merupakan tempat bagi unit organisasi yang terdiri dari pimpinan yang dibantu oleh staff dan ketatausahaan. Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kantor merupakan balai (gedung, rumah, ruang) tempat mengurus suatu pekerjaan atau disebut juga tempat bekerja. Dari definisi diatas dapat disimpulkan bahwa kantor merupakan tempat diselenggarakannya aktivitas kerja yang didalamnya memuat suatu organisasi kerja yang terdiri atas pimpinan dan staff yang membantu kinerja pimpinan, yang mengerjakan aktivitas pekerjaan tata usaha.

2.1.1.1 Kebutuhan Aktivitas Kantor

Kebutuhan aktivitas yang terjadi dalam kantor secara umum, antara lain (Raymond and Cunliffe 34):

1. *Creative*, antara lain *Brainstorming*, *Designing*, *Strategic Planning* dan *Report Writing*
2. *Persuasive*, antara lain *Negotiating*, *Presenting*, *Training* dan *Selling*
3. *Absorbing*, antara lain *Reading*, *Researching*, *Training* dan *Selling*
4. *Reflective*, antara lain *Greeting*, *Eating* dan *Exercising*
5. *Hmdrum*, antara lain *Word Processing*, *Filing*, *Photocopy* dan *Checking*
6. *Refreshing*, antara lain *Greeting*, *Eating* dan *Exercising*
7. *Informative*, antara lain *Actively Telling* dan *Passive Overhearing*
8. *Compasionate*, antara lain *Counseling* dan *Helping*

2.1.1.2 Klasifikasi Ruang pada Kantor

Pembagian Ruang Kantor berdasarkan pengguna ruangan dikategorikan menjadi dua, antara lain:

1. Tata Ruang Pribadi (*private office*)

Tata ruang pribadi digunakan untuk berbagai alasan seperti menunjukkan jabatan dan status, misalnya ruang atasan.

2. Tata Ruang Antarbagian

Tata ruang antarbagian dalam kantor terbagi menjadi berikut:

- a. *General office area*, yaitu area publik pada kantor yang didalamnya juga memuat fungsi kerja, antara lain lobby dan ruang meeting
- b. *Private office area*, yaitu area yang digunakan untuk aktivitas kerja, antara lain ruang kerja
- c. *Service area*, yaitu area yang terdapat aktivitas service di dalamnya, antara lain pantry dan ruang staff
- d. *Storage area*, yaitu area yang digunakan untuk menyimpan barang, antara lain gudang

Sedangkan tata ruang kantor berdasarkan bentuk ruangnya terbagi menjadi empat, antara lain:

- a. Tata ruang kantor bersekat/berkamar (*cubicle type offices*) yaitu kantor yang ruangnya dipisah oleh sekat, baik permanen maupun *movable* sehingga membentuk ruang-ruang terpisah
- b. Tata ruang kantor terbuka (*open plan offices*) yaitu kantor yang ruang kerjanya terdiri dari satu ruangan terbuka yang luas, sehingga para pekerja di dalamnya bekerja dalam suatu ruangan tanpa sekat
- c. Tata ruang kantor berhias atau berpanorama/bertaman (*landscape offices*) merupakan kantor yang dilengkapi oleh taman, dekorasi, dan elemen lansekap lainnya
- d. Tata ruang kantor gabungan (*mixed offices*) yaitu kantor yang memiliki tipe ruang campuran antara tata ruang kantor bersekat, terbuka dan berhias

2.1.1.3 Kantor Balai Kota

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, definisi kantor balai kota adalah gedung kotapraja tempat pertemuan, rapat, dan kegiatan administratif lainnya antara pemerintah dan penduduk.

2.1.2 Kenyamanan Termal pada Bangunan

Menurut standar 55-1992 ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers*), definisi kenyamanan termal adalah suatu keadaan pikiran manusia yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan sekitar. Kenyamanan ini dirasakan apabila kalor yang dihasilkan oleh tubuh sama dengan perolehan kalor yang diperoleh dari lingkungan.

2.1.2.1 Faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal

Faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal antara lain:

1. Suhu udara, semakin panas suhu udara maka makin banyak panas yang masuk ke tubuh sehingga tubuh akan merasakan ketidaknyamanan termal
2. Kelembapan udara, yaitu indikator banyaknya prosentase kandungan uap air di udara. Semakin tinggi kelembapan udara, maka suhu udara semakin rendah
3. Kecepatan udara, yaitu pergerakan udara atau angin. Semakin tinggi kecepatan angin, maka suhu udara semakin rendah
4. Radiasi termal, yaitu energi yang dipancarkan oleh matahari berupa radiasi
5. Tingkat aktivitas
6. Pakaian
7. Tingkat metabolisme tubuh

2.1.2.2 Strategi Pengendalian Termal

Terdapat 5 strategi utama dalam pengendalian untuk memperoleh kenyamanan termal antara lain:

1. *Shade & filter*, yang terdiri dari *shading devices*, *recessed sun spaces*, *transitional spaces*, *secondary skin*, *double glass*, *absorbing and reflective glass*, *low-e glass* dan jenis kaca
2. *Thermal insulation*, antara lain *insulative wall*, *thermal mass*, *roof thermal insulation*
3. *Zone*, antara lain *building orientation* dan *core zone*

4. *Green*, antara lain *landscape*, *green roof* and *skycourt* dan *green wall*
5. *Cooling effect*, yaitu strategi pengendalian termal melalui efek pendinginan tanpa bantuan alat mekanis

2.1.2.3 Standar Kenyamanan Termal

Standar kenyamanan termal dapat berbeda sesuai faktor-faktor yang mempengaruhinya. Terdapat dua kategori suhu nyaman yang biasa digunakan di Indonesia, antara lain:

1. Berdasarkan SNI 03-6572-2001 tentang tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada gedung, terdapat tiga kategori nyaman yaitu:
 - a. Sejuk nyaman, antara 20,8 °C hingga 22,8 °C
 - b. Nyaman optimal, antara 22,8 °C hingga 25,8 °C
 - c. Hangat nyaman, antara 25,8 hingga 27,1 °C
2. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri, kenyamanan termal yang dianjurkan untuk aktivitas kantor yaitu berkisar antara 18°C – 28°C

2.1.3 Penghawaan Alami pada Bangunan

Wilayah Indonesia yang melewati garis khatulistiwa menyebabkan kondisi iklim di Indonesia tergolong iklim tropis-lembap. Kondisi iklim ini memungkinkan untuk optimalisasi penghawaan alami pada bangunan terutama di wilayah yang memiliki suhu yang cenderung dingin. Suhu luar ruangan dapat direduksi saat masuk ke bangunan dengan cara memanfaatkan penyegaran dari sirkulasi udara dan angin.

2.1.3.1 Pergerakan Udara pada Bangunan

Terdapat tiga jenis pola pergerakan udara antara lain:

1. Laminer (*laminar*) yaitu udara bergerak dengan arah lurus menuju arah yang sama dan kerapatan massa yang sama.
2. Turbulen (*turbulent*) yaitu udara mengalami pembelokan karena terdapat penghalang. Sebagian udara membelok membentuk olakan dengan kecepatan menurun.

3. Terpisah (*separated*) yaitu udara yang tidak membentuk olakan akan meneruskan gerakanya dengan arah lurus namun dengan kerapatan massa yang berbeda.

Tabel 2.1 Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Efek Penyegaran

Kecepatan Angin (m/detik)	Pengaruh Kenyamanan	Efek Penyegaran pada suhu 30° celcius
< 0,25	Tidak dapat dirasakan	0°C
0,25 – 0,5	Paling nyaman	0,5 – 0,7°C
0,5 – 1	Masih nyaman	1,0 – 1,2°C
1 – 1,5	Kecepatan maksimal	1,7 – 2,2°C
1,5 – 2	Kurang nyaman, berangin	2,0 – 3,3°C
>2	Kesehatan penghuni terpengaruh oleh kecepatan angin	2,3 – 4,2°C

Sumber: Frick (2008)

2.1.3.2 Skala Beaufort

Skala Beaufort adalah skala yang digunakan untuk mengukur kecepatan dan arah angin dengan melihat kondisi pergerakan benda yang ada di sekitarnya.

Tabel 2.2 Tabel Skala Beaufort

Kekuatan	Keterangan	Kecepatan (km/jam)	Keadaan di darat
0	Tenang	<1	Asap bergerak secara vertikal
1	Sedikit angin	1-5	Angin terasa di wajah, daun-daun berdesir, kincir angin bergerak oleh angin

2	Angin lembut	6-11	Angin terasa di wajah, daun-daun berdesir, kincir angin bergerak oleh angin
3	Angin sepoi-sepoi	12-19	Angin terasa di wajah, daun-daun berdesir, kincir angin bergerak oleh angin
4	Angin sedang	20-28	Mengangkat debu dan menerbangkan kertas, cabang pohon kecil bergerak
5	Angin segar	29-38	Pohon kecil berayun, gelombang kecil terbentuk di perairan di darat
6	Angin sendalu	39-49	Cabang besar bergerak, siulan terdengar pada kabel telepon, payung sulit digunakan
7	Mendekati angin kencang	50-61	Pohon-pohon bergerak, terasa sulit berjalan melawan arah angin
8	Angin kencang	62-74	Ranting-ranting patah, semakin sulit bergerak maju
9	Angin sangat kencang	75-88	Kerusakan bangunan mulai muncul, atap rumah lepas, cabang yang lebih besar patah
10	Badai	89-102	Jarang terjadi di daratan, kerusakan bangunan cukup parah
11	Badai besar	103-118	Sangat jarang terjadi, kerusakan tersebar luas
12	Angin topan	>119	Sangat jarang terjadi, kerusakan tersebar luas

Sumber: Morris (1999)

2.1.4 Ventilasi Alami

Ventilasi alami merupakan sistem pergerakan udara di antara sebuah bangunan dengan bangunan lain dan lingkungan luar. Ventilasi dibagi menjadi dua, yaitu ventilasi alami dan buatan. Ventilasi alami adalah ventilasi yang terjadi tanpa menggunakan buatan berupa AC dan kipas angin. (Roaf, Fuentes & Thomas, 2003)

2.1.4.1 Tujuan Pengadaan Ventilasi

Tujuan pengadaan ventilasi alami antara lain:

1. *Health Ventilation*, yaitu untuk memperoleh udara segar sesuai dengan kebutuhan pengguna bangunan. Sehingga udara yang dihirup oleh pengguna bangunan bersih dan segar.
2. *Comfort Ventilation*, yaitu memperoleh kondisi udara yang mendukung pelepasan kalor dalam tubuh sehingga dapat mencapai kenyamanan termal, sehingga pengguna bangunan akan lebih nyaman dalam menjalankan aktifitas dalam bangunan
3. *Structural Ventilation*, yaitu pendinginan interior bangunan dengan penggantian udara melalui ventilasi dari luar bangunan yang lebih sejuk

2.1.4.2 Persyaratan Teknis Ventilasi dan Jendela





Menurut Djasio Sanropie, dkk (1989, h.110) ventilasi yang baik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.



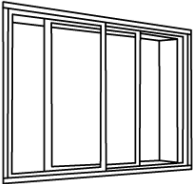

1. Luas lubang ventilasi tetap, minimal 5% dari luas lantai dan luas lubang ventilasi insidentil (dapat dibuka dan ditutup) minimal 5% dari luas lantai, dengan jarak lubang ventilasi dan langit-langit harus lebih dari 80 cm. Pernyataan ini juga didukung oleh SNI-6572-2001 tentang tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung
2. Jendela yang dapat dibuka dan ditutup minimal setinggi 80 cm dari lantai dan jarak dari langit-langit dan jendela minimal 30 cm.
3. Udara yang masuk harus bersih, tidak tercemar oleh debu dan asap
4. Mengupayakan adanya *cross ventilation* pada ruangan dengan cara menempatkan ventilasi berhadapan antara dua dinding ruangan. Aliran udara tidak boleh terhalang perabot yang dapat menghalangi sirkulasi udara, seperti dinding, almari, sekat, dll.

5. Kelembapan udara dijaga agar tetap normal yaitu berkisar 40% sampai 70%.

2.1.4.3 Jenis Bukaannya Ventilasi

Tabel 2.3 Jenis Jendela

Jenis Jendela	Gambar	Keterangan
<i>Fixed Window</i> 0%		<ul style="list-style-type: none"> - Jendela mati dan tidak dapat dibuka
<i>Top Hung</i>		<ul style="list-style-type: none"> - Engsel jendela berada di sisi atas - Udara masuk melalui bukaan di sisi bawah
<i>Bottom Hung</i>		<ul style="list-style-type: none"> - Engsel jendela berada di sisi bawah - Udara masuk melalui bukaan di sisi atas
<i>Side Hung</i>		<ul style="list-style-type: none"> - Engsel jendela berada di sisi samping - Udara masuk melalui bukaan di samping yang berlawanan

<i>Horizontal Pivoted</i>		<ul style="list-style-type: none"> - Engsel jendela berada di tengah dengan posisi horizontal - Udara masuk melalui bukaan di sisi atas dan bawah
<i>Vertical Pivoted</i>		<ul style="list-style-type: none"> - Engsel jendela berada di tengah dengan posisi vertikal - Udara masuk melalui bukaan di sisi samping kanan dan kiri
<i>Sliding Window</i>		<ul style="list-style-type: none"> - Jendela dapat digeser secara horizontal atau vertikal - Udara masuk melalui bukaan di sisi samping (apabila sliding horizontal) dan dari bawah (apabila sliding vertikal)
<i>Louvre Window</i>		<ul style="list-style-type: none"> - Berupa kisi-kisi sehingga udara dapat masuk melalui celah louvre window

2.1.4.4 Kebutuhan Laju Udara Ventilasi

Kebutuhan laju udara ventilasi sesuai dengan standar iklim di Indonesia pada bangunan kantor berbeda dengan kebutuhan pada ruang lainnya. Karena pada ruangan kantor banyak terdapat kertas yang mudah terbang jika tertiup angin, sehingga laju udara yang masuk pada kantor tidak boleh melebihi batas maksimum.

Tabel 2.4 Kebutuhan Laju Udara Ventilasi

Ruangan	Kerapatan Penghuni per 100m ²	Kebutuhan Udara Luar		Satuan
		Merokok	Tidak Merokok	
Ruang Kerja	7	0,60	0,15	m ³ /min/org
Ruang Pertemuan	60	1,05	0,21	m ³ /min/org

sumber: Latifah, 2015

2.1.4.5 Luas Bukaannya Udara

Agar udara dapat tersirkulasi dengan baik, diperlukan luas minimal bukaan masuk (inlet). Luas inlet yang diperlukan untuk ventilasi alami pada ruang di iklim tropis basah dengan kecepatan udara normal 0,6 – 1,5m/s yaitu

1. Berdasarkan luas dinding fasad ruang 40-80% dari luas dinding
2. Berdasarkan luas ruang 20% dari luas ruang

Berdasarkan rasio luas bukaan, peningkatan kecepatan gerak udara pada ruangan ditunjukkan oleh tabel.

Tabel 2.5 Tabel Peningkatan Kecepatan Udara Dalam Ruang Berdasarkan Rasio Luas Outlet terhadap Inlet

Rasio	Peningkatan (%)
1:1	0

1,5:1	17,5
2:1	26
2,5:1	31
3:1	34
3,5:1	36
4:1	37
6:1	38

sumber: Latifah, 2015

2.1.4.7 Orientasi Bukaan Udara

a. Orientasi Bukaan Ditinjau dari Denah

Dengan model ruang persegi, ditinjau dari denah terdapat empat posisi outlet terhadap inlet, antara lain:

1. Pada sisi yang sama

Outlet dan inlet terletak pada satu bidang dinding yang sama

2. Bersebelahan

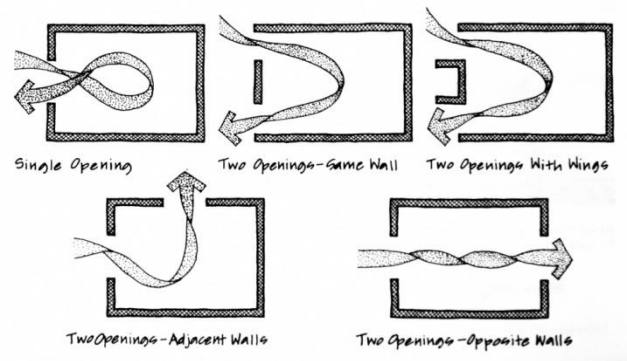
Outlet terletak pada bidang dinding yang tegak lurus dengan bidang dinding inlet

3. Berhadapan searah

Outlet dan inlet terletak pada dua bidang dinding yang berhadapan dan searah

4. Berhadapan tidak searah

Outlet dan inlet terletak pada dua bidang dinding yang berhadapan dan tidak searah

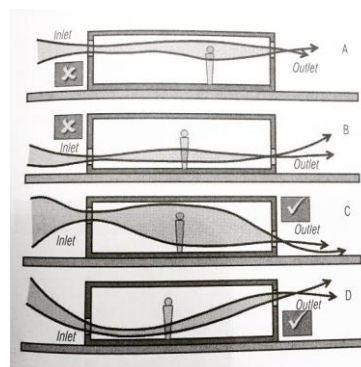


Gambar 2.1 Orientasi Bukaannya Ditinjau Dari Denah

sumber: <http://mubkontraktor.blogspot.co.id/>

b. Orientasi Bukaannya Ditinjau dari Potongan

Terdapat empat alternatif orientasi bukaan ditinjau dari potongan. Potongan A menunjukkan posisi outlet sama tinggi dengan inlet yaitu berada di atas. Pada alternatif ini udara hanya akan mengalami pergerakan di bagian atas. Pada potongan B menunjukkan posisi outlet sama tinggi dengan inlet namun peletakkannya berada di bawah. Pada alternatif ini udara hanya akan mengalami pergerakan di bagian bawah. Pada potongan C menunjukkan posisi

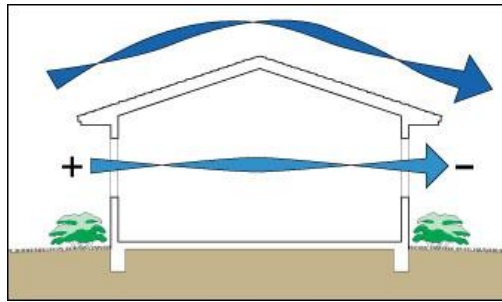


Gambar 2.2 Orientasi Bangunan Ditinjau dari Bukaannya

sumber: Latifah, 2015

2.1.4.8 Ventilasi Silang (*Cross Ventilation*)

Ventilasi silang (*cross ventilation*) adalah pergerakan udara yang terjadi pada ruangan terjadi dengan cara menyilang dari inlet (bukaan udara masuk) menuju outlet (bukaan udara keluar). Ventilasi silang dapat terjadi secara horizontal (terlihat pada gambar denah) dan secara vertikal (terlihat pada gambar potongan)



Gambar 2.3 Ilustrasi Ventilasi Silang

sumber: http://www.efficientwindows.org/design_ventilation.php

Syarat peletakan inlet dan outlet antara lain:

1. Inlet terletak di daerah muka angin (*windward*), yaitu daerah yang terpapar angin
2. Outlet terletak di daerah bayangan angin (*leeward*), yaitu daerah yang membelakangi angin
3. Secara denah dan potongan, peletakan outlet dan inlet tidak berhadapan secara frontal untuk mengupayakan arah pergerakan udara yang diagonal pada bangunan
4. Peletakan outlet lebih tinggi daripada inlet, karena udara hangat bergerak menuju keatas

2.2 Studi Terdahulu

2.2.1 Optimalisasi Penghawaan Alami Pada Bangunan Pendidikan Berlantai Banyak (Studi Kasus Gedung F FEB UB)

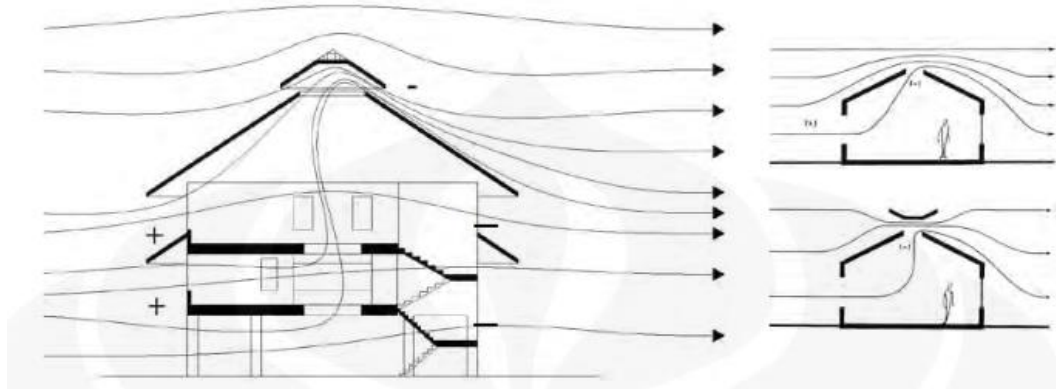
Nama Peneliti: Dwiantosa Ahmad Fathony

Kategori Penelitian: Vol. 3 No. 3 Tahun 2015

Isi: Analisis luas bukaan bangunan yaitu gedung pendidikan berlantai banyak dengan melakukan pengukuran langsung dan simulasi menggunakan software Autodesk Ecotect Analysis 2011 dan Autodesk Vasari, kemudian membandingkan hasil yang diperoleh dengan SNI-03-6572-2001. Apabila terdapat ruangan yang memiliki luas bukaan kurang dari 5% maka diberikan rekomendasi bukaan yang sesuai dengan standar. Rekomendasi bukaan tidak hanya pada bagian yang berbatasan dengan luar bangunan, namun juga bukaan antar ruang di dalam bangunan, agar ventilasi silang lebih optimal.

Kaitan dengan penelitian Tata Ventilasi Alami pada Balai Kota Among Tani Batu: Membantu peneliti dalam menentukan teori dan metode mengenai ventilasi alami pada bangunan

2.2.2 Ventilasi Alami Untuk Hunian Berdempetan di Daerah Beriklim Panas Lembap



Gambar 2.4 Ilustrasi Ventilasi Alami Untuk Hunian Berdempetan

Nama Peneliti: Willy Pratama Putra

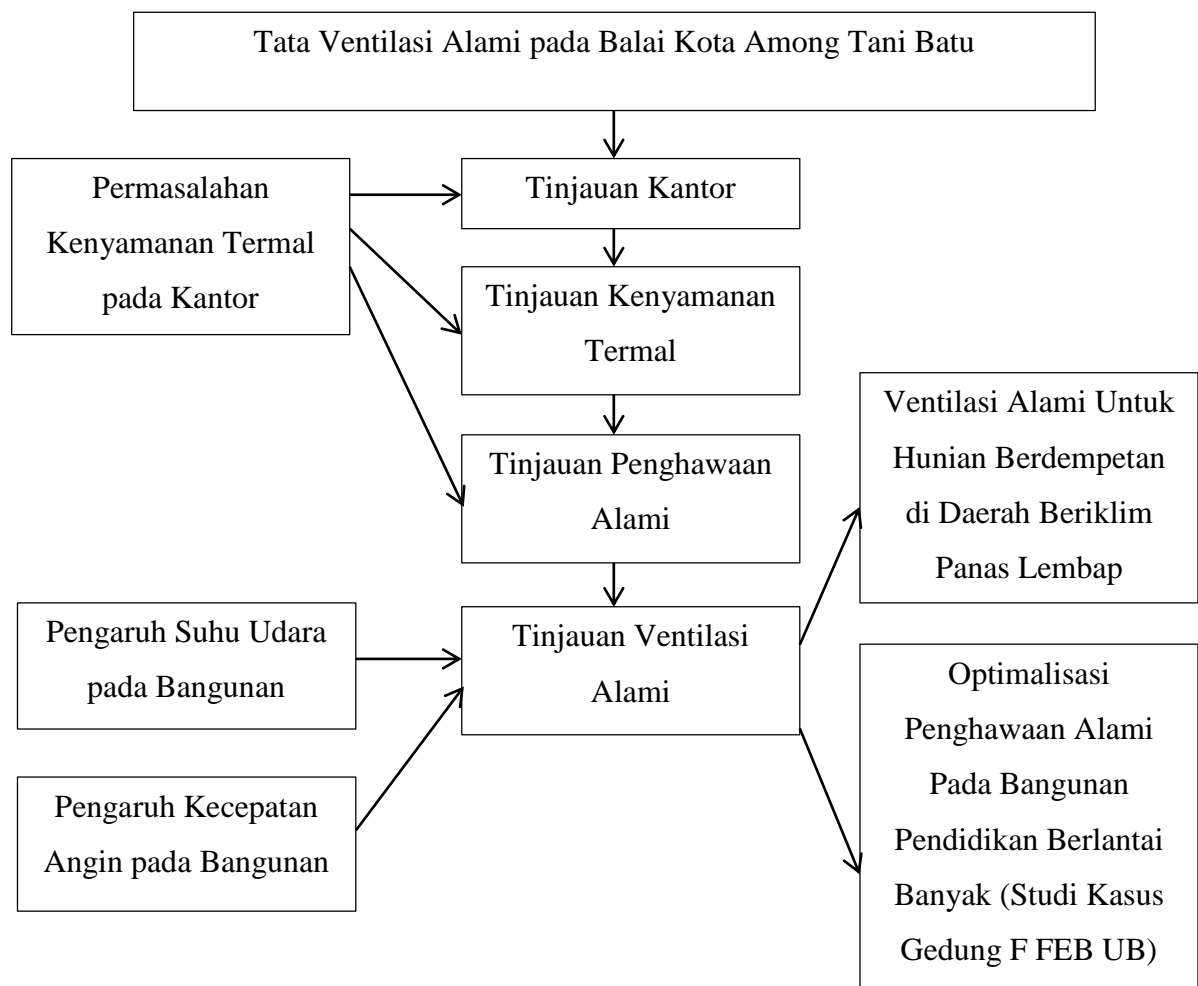
Kategori Penelitian:

Isi: Pada studi kasus bangunan bertingkat rendah berdempetan, akan mengalami peningkatan jumlah ruangan yang mengalami *cross-ventilation* apabila pintu dalam keadaan terbuka. Pembukaan pintu akan mengganggu privasi hunian di dalamnya sehingga jenis pintu yang digunakan diganti dengan pintu dengan bukaan semacam jalousie agar udara dapat tetap melewati pintu dalam keadaan tertutup. Perancangan common rooms akan mempengaruhi ventilasi. Semakin banyak ruangan yang memiliki bukaan maka penghawaan alami semakin banyak terjadi.

Optimalisasi bukaan pada hunian berdempetan diatasi dengan penerapan *stack-effect ventilation*, efek Bernoulli dan tabung Venturi. Void dan ruang tangga juga dapat digunakan untuk ventilasi alami pada bangunan.

Kaitan dengan penelitian Tata Ventilasi Alami pada Balai Kota Among Tani Batu: Membantu peneliti dalam menentukan teori dan metode mengenai ventilasi alami.

2.3 Kerangka Teori



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Umum

Metode dalam kajian Tata Ventilasi Alami pada Balai Kota Among Tani Batu muncul dengan adanya gagasan untuk memberikan rekomendasi desain terhadap bukaan gedung tersebut, agar bangunan dapat memaksimalkan penghawaan alami dan meminimalisir penggunaan AC. Bangunan ini memiliki potensi kawasan dan tapak yang mendukung adanya penghawaan alami, misalnya lokasi bangunan yang ada di Kota Batu yang memiliki iklim sejuk, bangunan yang tidak berbatasan langsung dengan bangunan lain, dan lain lain. Sedangkan fasad pada bangunan ini belum mendukung optimalisasi penghawaan alami untuk meminimalisir beban pendinginan buatan.

Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif, metode analisis kuantitatif dan simulasi. Metode deskriptif merupakan metode penelitian dengan perumusan masalah yang diperoleh dari data hasil observasi. Metode ini digunakan untuk memperoleh data fisik dan nonfisik bangunan yang akan digunakan untuk analisis kuantitatif.

Metode analisis kuantitatif digunakan untuk menghitung ukuran bukaan pada fasad dengan menggunakan rumus pada teori yang ada. Metode analisis kuantitatif juga muncul pada kuisisioner kenyamanan termal pengguna bangunan, untuk mengetahui apakah bangunan tersebut sudah nyaman bagi penggunanya.

Metode simulasi digunakan untuk mengolah hasil data dan analisis yang diperoleh menggunakan software Autodesk Ecotect Analysis 2011 untuk menentukan hasil kontur, diagram dan tabel suhu pada bangunan dan ANSYS Inc untuk menentukan hasil kecepatan dan arah pergerakan udara pada bangunan. Hasil simulasi ini berupa kondisi penghawaan eksisting menggunakan fasad awal yang membutuhkan penghawaan buatan kemudian penghawaan baru dari hasil redesain yang telah mereduksi kebutuhan penghawaan buatan.

3.2 Lokasi Penelitian

Gedung Kantor Balai Kota Among Tani Batu terletak di Jl. Panglima Sudirman no. 117 Pesanggrahan, Kota Batu.



Gambar 3.1 Peta Kota Batu dalam Jawa Timur

Sumber: upload.wikimedia.org



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

Sumber: maps.google.com

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian yaitu bangunan utama Kantor Balai Kota Among Tani Batu yang memiliki fungsi utama sebagai kantor. Spesifikasi dan data bangunan ini diperoleh melalui survey lapangan dan gambar kerja yang diperoleh dari pihak pengelola.



Gambar 3.3 Bangunan Utama Kantor Balai Kota Among Tani



Gambar 3.4 Ruang Kerja Kantor Balai Kota Among Tani

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini memiliki tiga langkah utama antara lain input (pengumpulan data), proses (analisa, pembahasan dan rekomendasi desain) dan output (kesimpulan dan saran)

3.4.1 Input (Pengumpulan data)

Input berisi data-data yang diperoleh dari data bangunan yang ada untuk dianalisa. Tahapan dan data yang diambil pada langkah input ini antara lain:

1. Mengumpulkan data mengenai kebutuhan penghawaan alami pada Kantor Balai Kota Among Tani Batu menggunakan kuisisioner yang disebar kepada pengguna ruangan secara rutin yaitu pekerja dan staff kantor.
2. Mengumpulkan data bangunan Kantor Balai Kota Among Tani Batu antara lain berupa gambar kerja, data fungsi ruangan, data jam kerja efektif pada bangunan, data-data ruangan yang menggunakan pendinginan alami dan pendinginan buatan, dan data penggunaan listrik perbulan dan pertahun yang digunakan untuk pendinginan buatan.
3. Melakukan survey lapangan dengan menggunakan alat ukur yaitu termometer, anemometer dan higrometer.



Gambar 3.5 Termometer, higrometer dan anemometer

4. Menentukan ruangan-ruangan yang akan diteliti sebagai sampel melalui data kuesioner pengguna yang sudah diperoleh sebelumnya. Mengumpulkan data tapak berupa batas bangunan, data kecepatan angin, suhu dan kelembapan rata-rata didalam dan diluar gedung.

3.4.2 Proses (Analisa, Pembahasan dan Rekomendasi Desain)

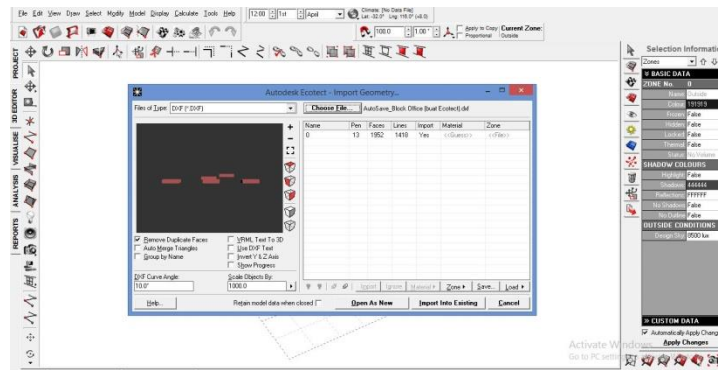
1. Menganalisa kebutuhan ventilasi alami pada bangunan agar memenuhi standar bukaan pada bangunan dan menyesuaikan dengan kondisi iklim setempat
2. Mensimulasikan rekomendasi desain setelah ventilasi alami sesuai dengan standar

1.4.3 Output (Kesimpulan dan Saran)

Output berupa kesimpulan dari keseluruhan penelitian dan saran yang akan diberikan sebagai rekomendasi desain

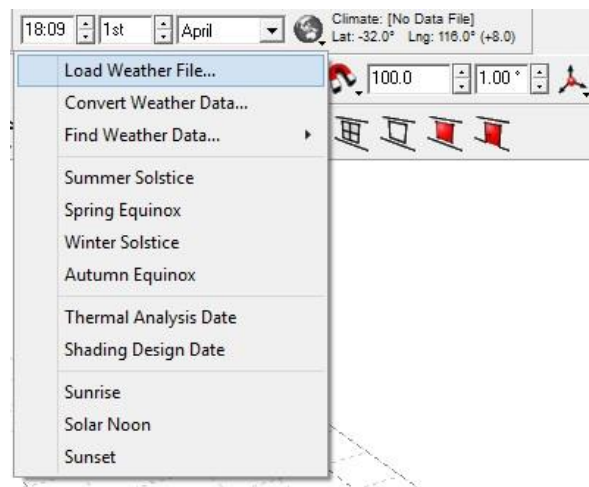
3.5 Tahap Insolation Analysis Menggunakan Autodesk Ecotect Analysis 2011

- Mengimport file sketchup yang akan disimulasikan ke aplikasi Autodesk Ecotect Analysis 2011.



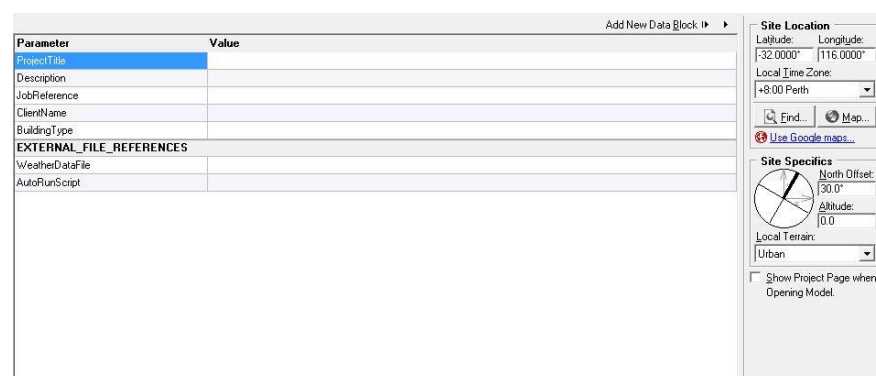
Gambar 3.6

- Mengatur lokasi dan kondisi iklim bangunan pada pilihan *Set Current Time and/or Location – Load Weather File* – Pilih kondisi iklim Kota Batu.



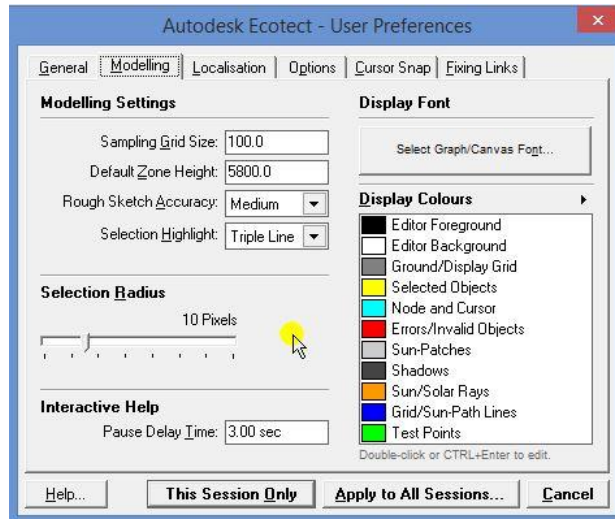
Gambar 3.7

- Mengatur orientasi bangunan yaitu dengan mengganti arah utara pada lembar kerja.



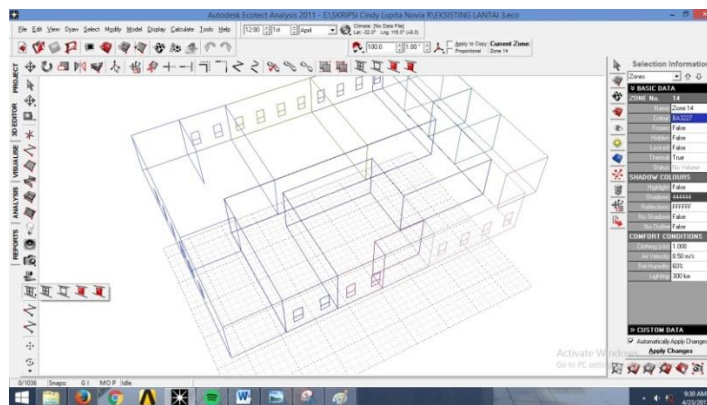
Gambar 3.8

- Membuat zona ruangan yang akan disimulasikan menggunakan *Zone*, dengan terlebih dahulu menentukan tinggi zona pada pilihan *File – User Preferences – Default Zone Height*.



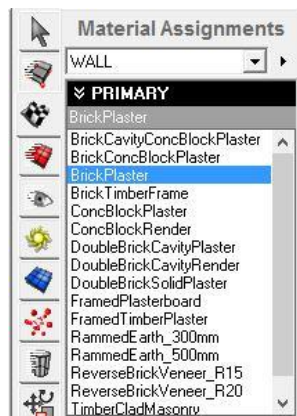
Gambar 3.9

- Membuat bukaan menggunakan pilihan *Child Object* sesuai dengan kondisi ruangan yang akan disimulasi.



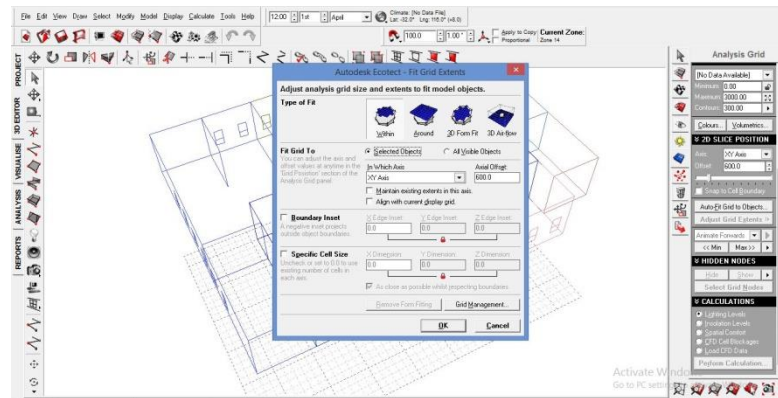
Gambar 3.10

- Mengubah material dinding, atap dan jendela sesuai dengan kondisi eksisting. Untuk material jendela disesuaikan dengan tingkat *reflection* dan *color* yang sesuai dengan eksisting.



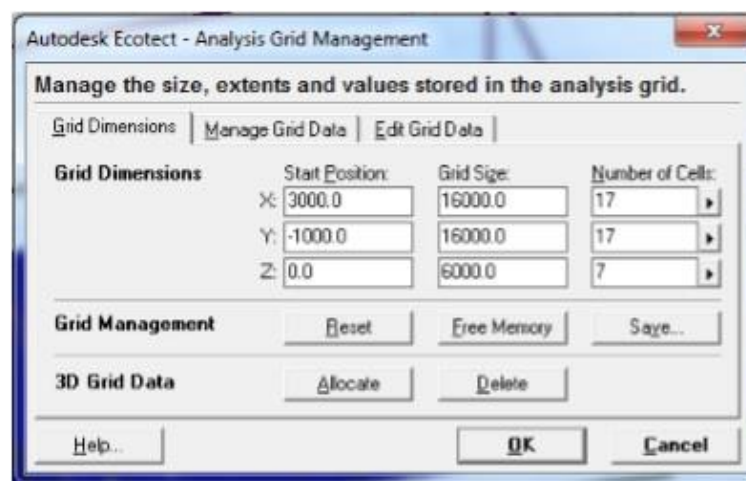
Gambar 3.11

- Setelah terbentuk beberapa zona ruangan, kemudian menentukan grid pada zona yang akan disimulasi. Klik zona yang akan disimulasi yaitu pada bagian lantai bangunan pada sumbu XY. Pilih *Auto-fit Grid to Objects*, kemudian pada *Type of Fit* pilih *Within* agar grid yang muncul terbatas dalam dinding berupa zona yang akan disimulasikan.



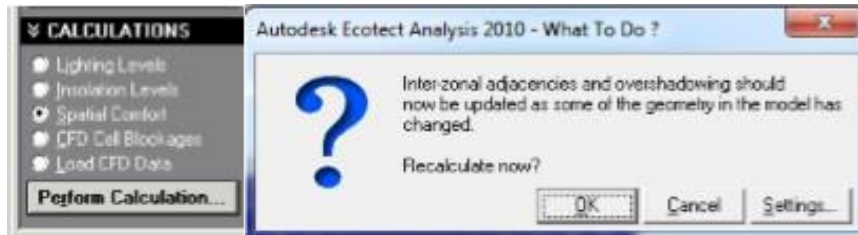
Gambar 3.12

- Mengatur *grid management* seperti di bawah ini.



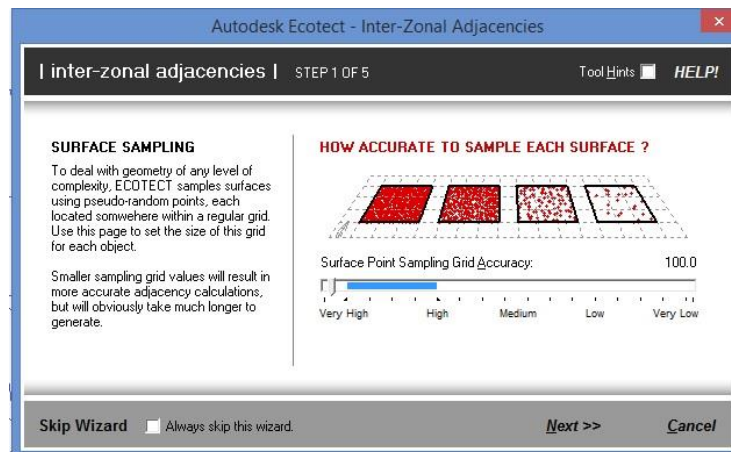
Gambar 3.13

- Pada bagian *calculation*, pilih *spatial comfort*. Klik *perform calculation*. Apabila terdapat peringatan relasi *interzonal adjacencies* belum terkalkulasi, maka akan muncul *dialog box*. Pilih *settings*.



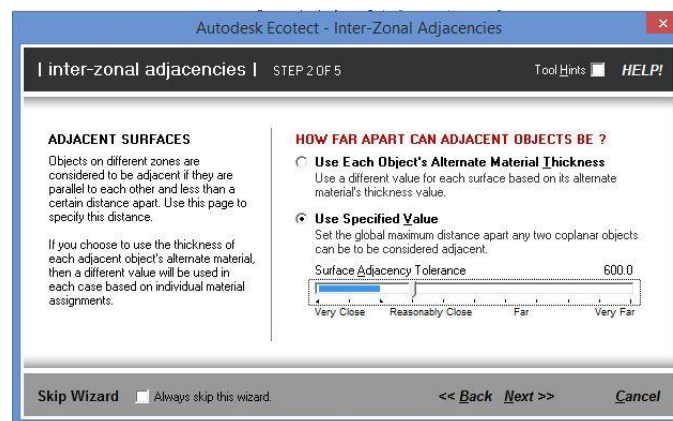
Gambar 3.14

- Setelah muncul dialog box *interzonal adjacencies*, geser ke arah medium kemudian pilih *next*.



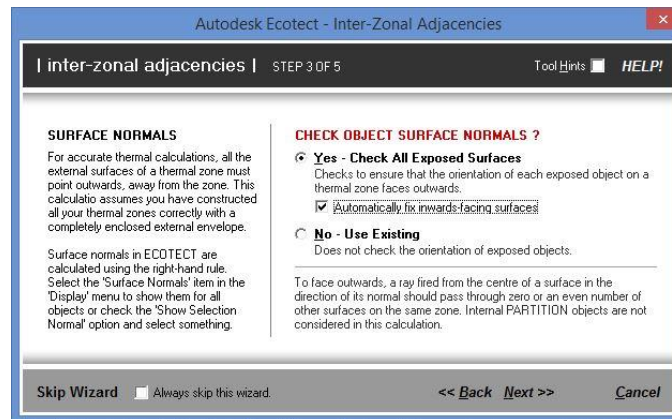
Gambar 3.15

- Pada halaman berikutnya, pada pilihan *use specified value* pilih *reasonably close* agar hasilnya tetap akurat namun prosesnya tidak memakan waktu yang lama.



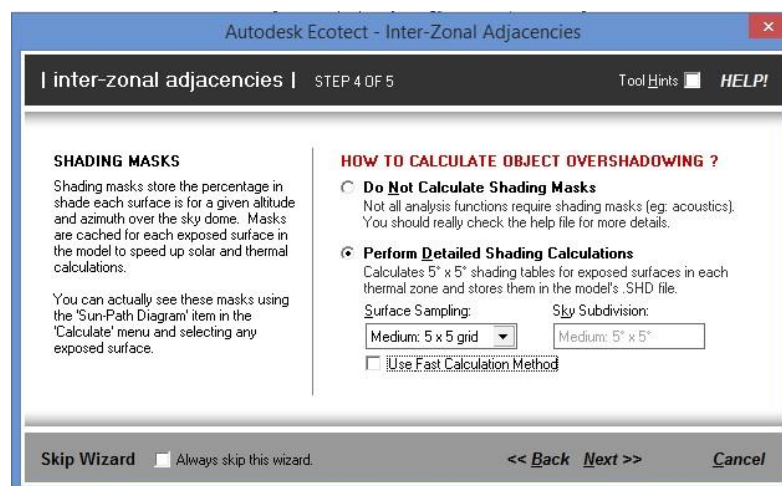
Gambar 3.16

- Pada halaman berikutnya, pilih *yes-check all exposed surfaces* dan *automatically fix inward-facing surfaces* untuk mengecek arah surface normal.



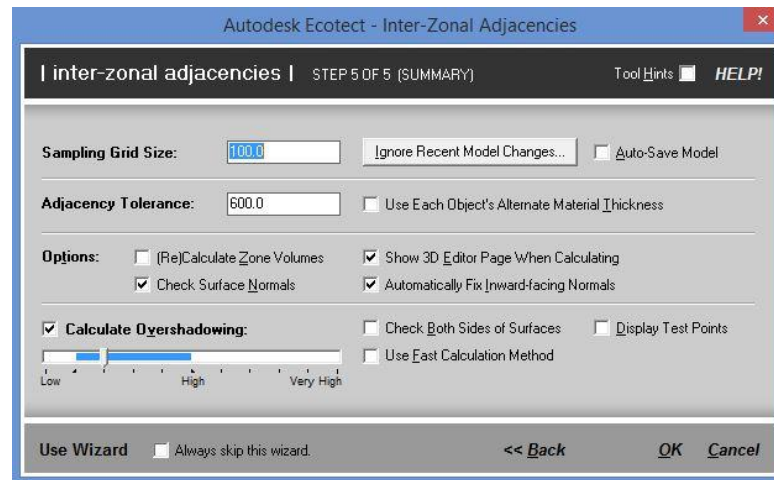
Gambar 3.17

- Pada halaman berikutnya, pilih *perform detailed shading coefficient*, *surface samplingnya* pilih medium 5 x 5 grid untuk memeriksa tingkat keteduhan terhadap matahari.



Gambar 3.18

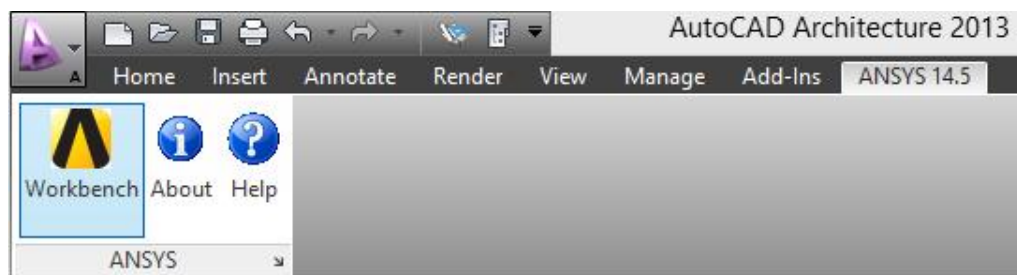
- Pada halaman ringkasan prosedur, klik OK apabila sudah tidak ada yang perlu direvisi.



Gambar 3.19

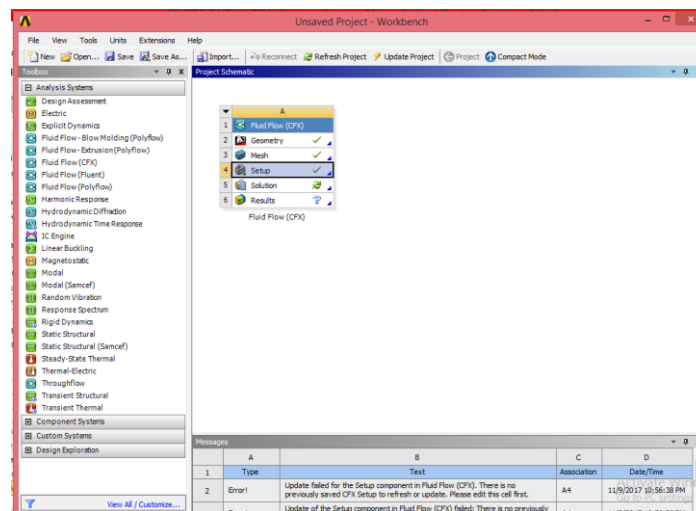
1.6 Tahap CFX Simulation Menggunakan ANSYS Inc

- Membuat bentuk tiga dimensi bangunan yang akan disimulasikan menggunakan software Autocad Architecture 2013. Setelah file disimpan, kemudian diimpor ke Workbench yang terletak di toolbar Ansys 14.5.



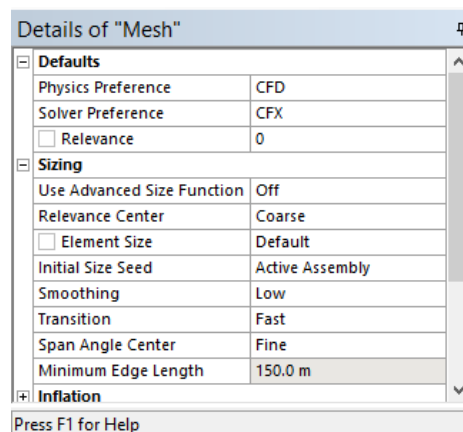
Gambar 3.20

- New project Ansys terbuka, pilih *Fluid Flow (CFX)* lalu drag ke *Geometry* dengan icon Autocad. Setelah muncul 5 step simulasi, lalu hapus pilihan *Geometry* yang pertama. Kemudian double-klik pilihan *Mesh*.



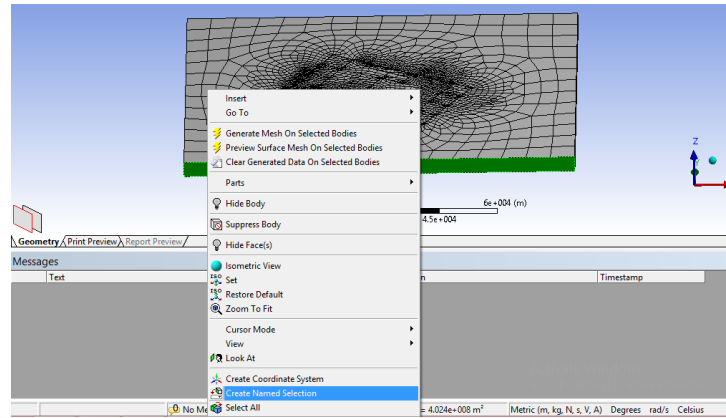
Gambar 3.21

- Pada option *Details of "Mesh"*, klik tanda (+) pada pilihan *Sizing*, kemudian ubah option *Use Advanced Size Function* menjadi *Off*, *Smoothing* menjadi *Low* dan *Transition* menjadi *Fast*. Klik *Generate Mesh*.



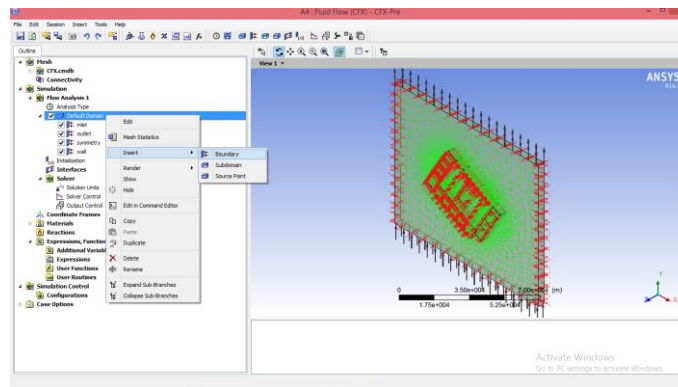
Gambar 3.22

- Pada bagian *3D project*, pilih *inlet*, *outlet*, *symmetry* dan *wall* dengan cara pilih bagian *project*, klik kanan lalu *Create Named Selection*. Setelah masing-masing diberi nama, klik *Generate Mesh*. Lalu tutup bagian *Mesh*. Kemudian klik *Update Project*.



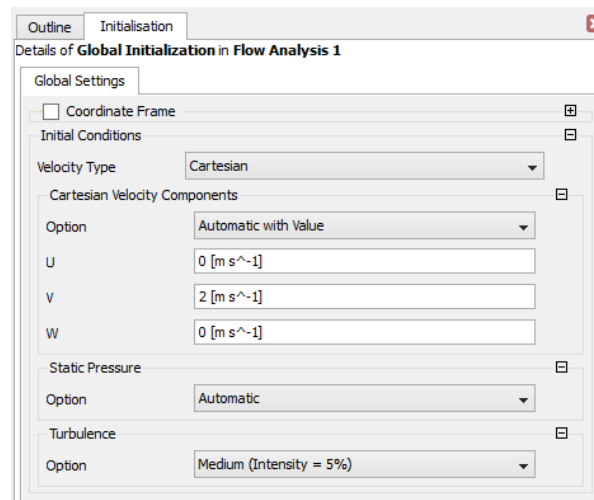
Gambar 3.23

- Pilih *Setup* kemudian klik dua kali. Setelah muncul setting *Setup*, pilih *Default Domain*. Klik kanan lalu *insert boundary*. Pada *boundary inlet*, masukkan kecepatan udara pada inlet. Pada *boundary outlet*, masukkan tekanan udara pada outlet. Pada *boundary symmetry* dan *wall*, tidak perlu merubah option apapun.



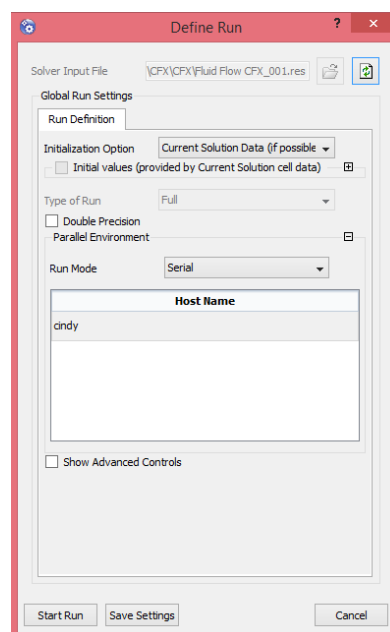
Gambar 3.24

- Klik *insert*, lalu *Global Initialization*. Ubah *Cartesian Velocity Components Option* menjadi *Automatic with Value*. Masukan data kecepatan udara yang sama dengan *boundary inlet*. Tutup option *Setup*.



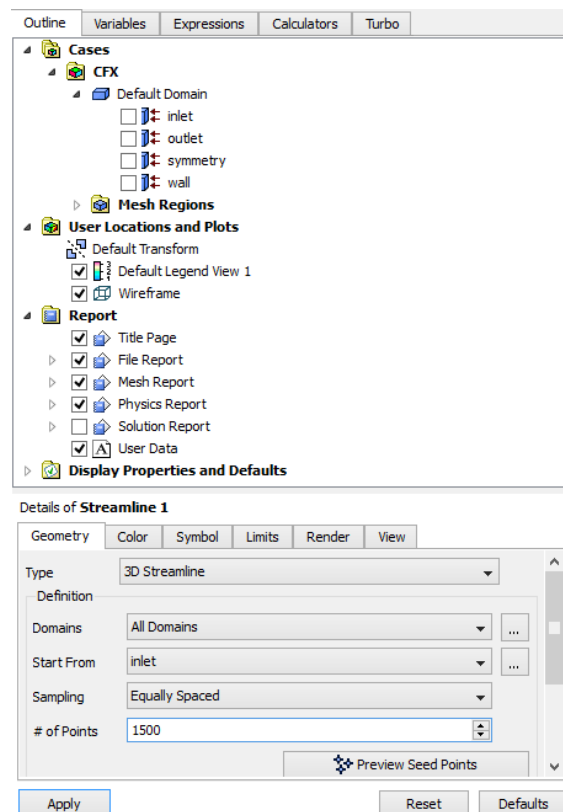
Gambar 3.25

- Pilih *Solution*.. Lalu klik *Start Run*, maka diagram proses simulasi akan muncul. Jika proses simulasi sudah selesai, klik *close*.



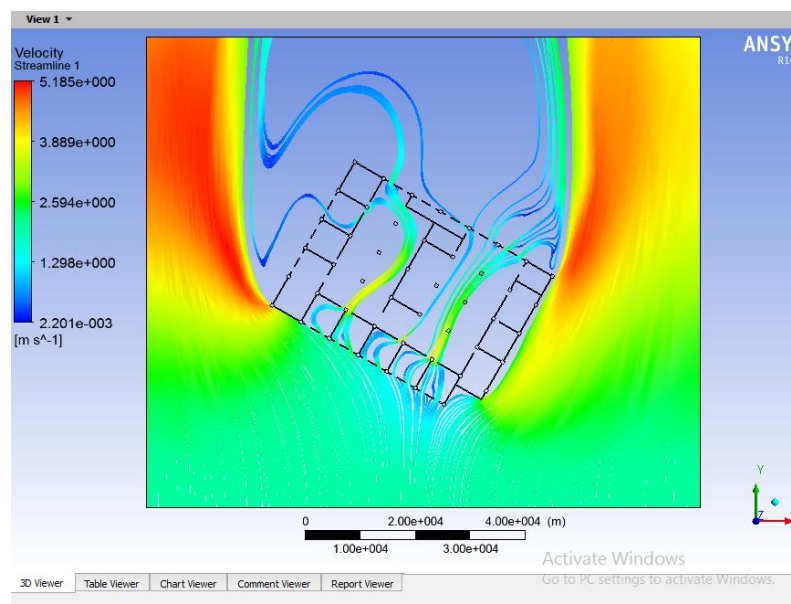
Gambar 3.26

- Pilih option *Result*.. Klik logo *streamline*, create name *Streamline 1*. Kemudian pada pilihan *Details of Streamline 1*, ubah *Start From* menjadi *inlet*, dan *# of Points* menjadi 1500.



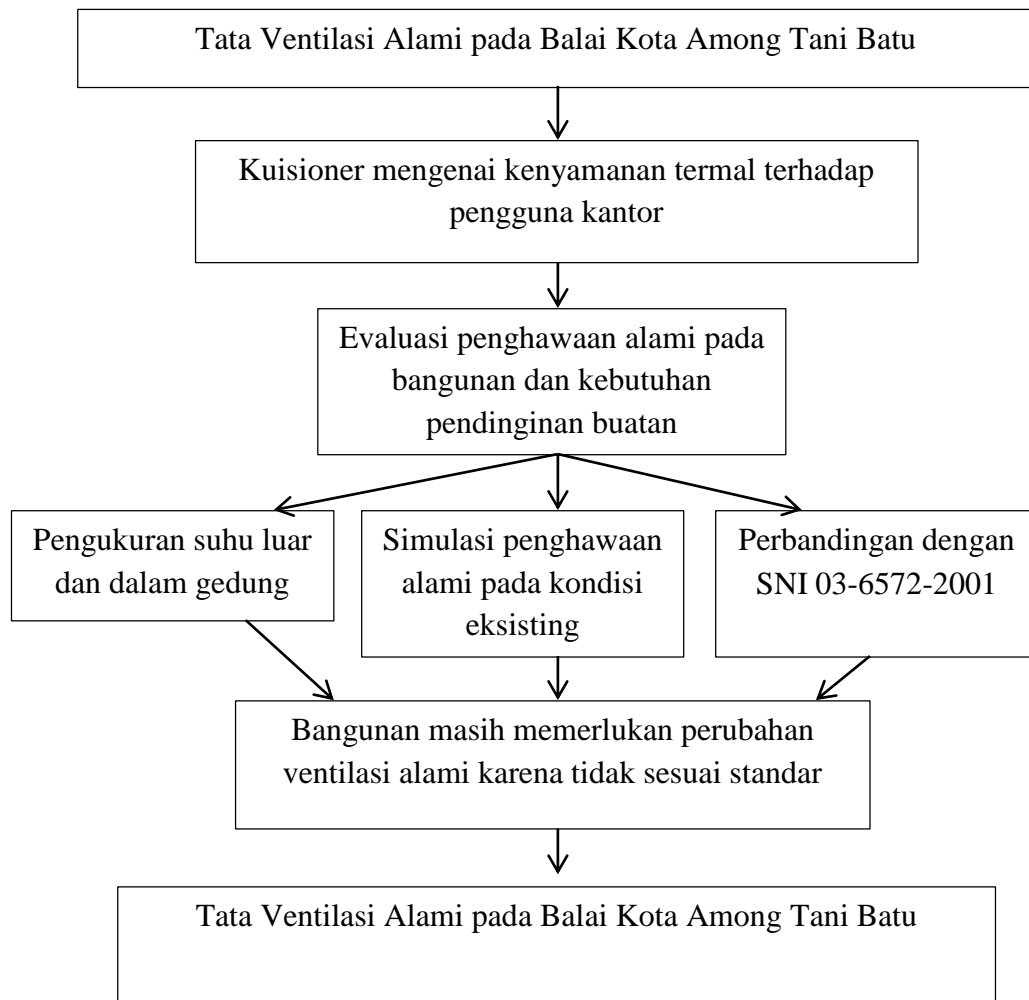
Gambar 3.27

- Akan muncul kontur pergerakan udara pada bangunan beserta keterangan kecepatan angin.



Gambar 3.28

3.7 Alur Penelitian



BAB IV

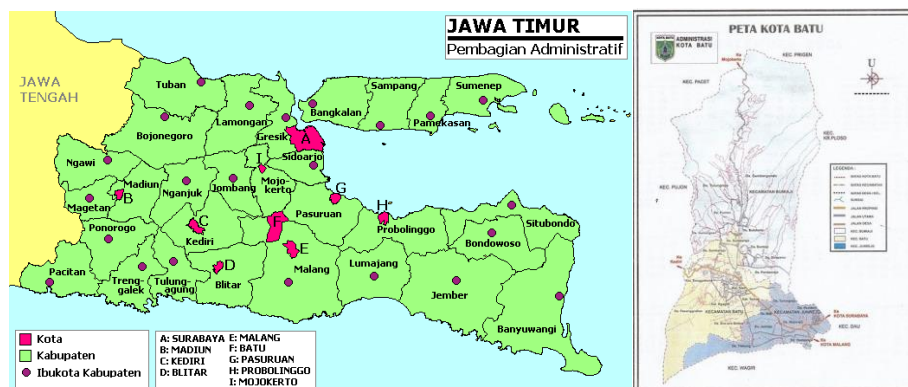
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

4.1.1 Tinjauan Geografis Kota Batu

Letak astronomis Kota Batu yang berada di antara $7^{\circ}55'20''$ - $7^{\circ}57'20''$ LS dan $115^{\circ}17'0''$ - $118^{\circ}19'0''$ BT menyebabkan Kota Batu memiliki iklim tropis lembap. Kota Batu berada di ketinggian 700 – 1.700 meter di atas permukaan laut, yang tergolong dataran tinggi sehingga mempunyai suhu rata-rata yang cukup dingin yaitu $22,8^{\circ}\text{C}$. Kota Batu diapit oleh tiga deretan pegunungan antara lain Panderman-Butak-Kawi, Arjuno-Welirang dan Bromo-Semeru. Sedangkan batas wilayah Kota Batu yaitu:

- Sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Pasuruan
- Sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang
- Sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Dau, Kabupaten Malang dan Kota Malang
- Sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang



Gambar 4.1 Peta Jawa Timur dan Kota Batu

sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Batu

4.1.2 Kondisi Iklim Kota Batu

Berdasarkan data iklim yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Batu yang berlokasi di Stasiun Klimatologi Karangploso, Kabupaten

Malang, data iklim berupa temperatur, kelembapan udara dan kecepatan angin rata-rata Kota Batu selama tahun 2015 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Suhu, Kelembapan Udara dan Kecepatan Angin di Kota Batu Tahun 2015

Bulan	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kecepatan Angin (km/jam)	Arah Angin
Januari	25,0	81	6,1 – 24,0	Utara – Selatan
Februari	24,2	82	4,7 – 30,0	Barat – Timur
Maret	24,6	81	5,2 – 27,0	Barat – Timur
April	24,5	81	5,4 – 24,7	Barat – Timur
Mei	24,2	78	4,7 – 24,7	Barat – Timur
Juni	23,4	77	4,0 – 23,7	Barat – Timur
Juli	22,4	77	5,2 – 26,3	Utara – Selatan
Agustus	22,9	74	5,1 – 23,3	Utara – Selatan
September	24,2	67	4,5 – 35,3	Utara – Selatan
Oktober	25,7	73	5,0 – 43,7	Utara – Selatan
November	26,0	72	4,2 – 30,0	Utara – Selatan
Desember	25,1	81	3,8 – 30,0	Utara – Selatan

Sumber: BMKG Kota Batu

Dari data tersebut diperoleh kesimpulan bahwa suhu rata-rata Kota Batu selama tahun 2015 adalah 24,4°C dengan kelembapan rata-rata 77% dan kecepatan angin di Kota Batu berkisar 3,8 – 43,7 km per jam.

4.2 Data Kantor Balai Kota Among Tani Batu

4.2.1 Data Layout Kawasan Kantor Balai Kota Among Tani



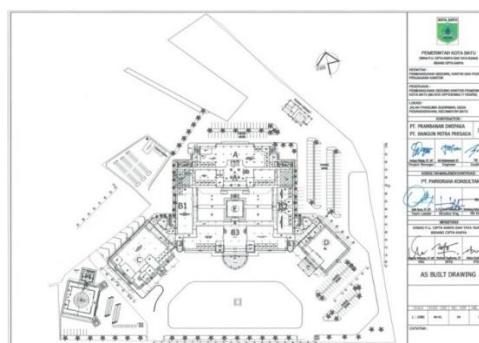
Gambar 4.2 Peta Kawasan Kantor Balai Kota Among Tani Batu

sumber: maps.google.com

Kantor Balai Kota Among Tani Batu terletak di pusat Kota Batu tepatnya di Jalan Panglima Sudirman. Batas wilayah Kantor Balai Kota Among Tani adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Sawah (tidak ada bangunan sama sekali)
- Sebelah Barat : Sawah dan Pupuk Bawang Café & Dining dengan tinggi bangunan ± 7 m
- Sebelah Timur : Perumahan dengan tinggi bangunan ± 5 m
- Sebelah Selatan : Perumahan dengan tinggi bangunan ± 5 m

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa di sekitar Kantor Balai Kota Among Tani hanya terdapat sawah dan perumahan. Tidak ada bangunan tinggi di sekitar tapak yang berpotensi mempengaruhi penghawaan di Kantor Balai Kota Among Tani.



Gambar 4.3 Layout Plan Kawasan Kantor Balai Kota Among Tani Batu

sumber: Dinas P.U Cipta Karya dan Tata Ruang

Kantor Balai Kota Among Tani memiliki 5 bagian gedung, antara lain gedung A, B, C dan D yang berfungsi sebagai kantor pemerintahan, serta Gedung E yang berfungsi

sebagai pendopo. Pada sisi barat kawasan juga terdapat bangunan masjid. Pada sisi selatan kawasan, tepatnya pada sisi depan terdapat taman dan area parkir yang luas.

4.2.2 Kondisi Topografi Tapak

Kota Batu memiliki perbedaan kontur yang signifikan pada setiap daerahnya, karena lokasinya yang tepat berada di antara pegunungan. Tidak terkecuali pada tapak Balai Kota Among Tani yang berada di Kelurahan Pesanggrahan. Kontur pada tapak cukup bervariasi yaitu dengan perbedaan ketinggian mencapai 4 meter.



Jalan turun pada belakang gedung C selebar 4 meter



Jalan turun pada depan gedung C selebar 6 meter

Bangunan Kantor Balai Kota Among Tani memiliki perbedaan ketinggian dengan Jalan Panglima Sudirman, yaitu lebih rendah 4 meter. Tepat di depan gedung C, terdapat

jalan menurun yang memiliki tinggi 4 meter dan lebar 6 meter sehingga dapat dilewati kendaraan bermotor maupun pejalan kaki. Begitu pula pada bagian belakang (utara) bangunan, terdapat jalan menurun dengan lebar lebih sempit yaitu 4 meter. Pada sisi barat gedung C terdapat perbedaan ketinggian tanah dengan bangunan yaitu 2 meter, sehingga pada permukaan tanah pada sisi barat setara dengan jendela lantai 1 Gedung C.

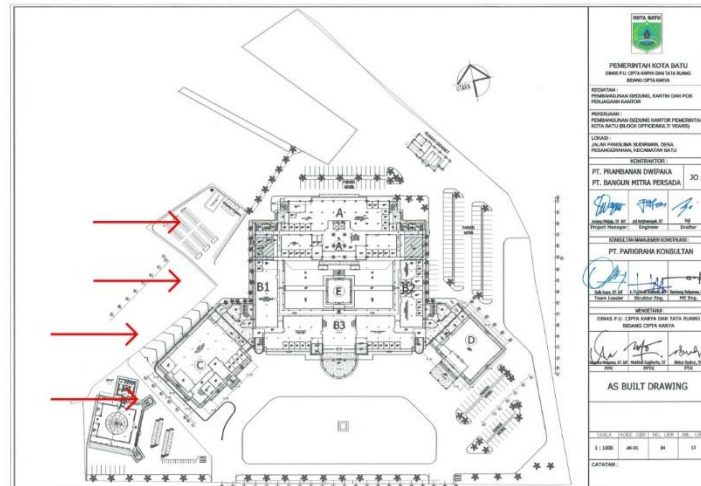
Kantor Balai Kota Among Tani Batu bersebelahan dengan permukiman padat di sisi selatan dengan posisi lebih tinggi 4 meter dari bangunan kantor, sedangkan pada sisi selatan berbatasan dengan sawah (lahan kosong) yang memiliki ketinggian 2 meter lebih rendah daripada bangunan kantor.

4.3 Pemilihan Sampel

Sampel ruangan dipilih berdasarkan hasil survey menggunakan kuisioner yang disebar ke masing-masing bagian gedung dan fungsi ruangan di dalamnya. Pengguna ruang yang dipilih yaitu pegawai tetap di Kantor Balai Kota Among Tani yang memiliki jam kerja antara pukul 08.00-16.00.

Pengguna bangunan merasakan panas yang kurang nyaman pada pukul 13.00 sampai 14.00. Sehingga mulai pukul 13.00 temperatur AC wall-mounted akan diturunkan oleh pengguna. Mayoritas pengguna bangunan setuju apabila ada rekomendasi desain mengenai kenyamanan termal dengan meminimalisir penggunaan AC, namun paling banyak prosentase pengguna yang setuju yaitu pada gedung C dan D yaitu sebanyak 100% responden setuju, yaitu adanya redesain pada bagian jendela dan pintu.

Diantara gedung C dan gedung D, yang lebih memenuhi persyaratan untuk dijadikan sampel yaitu gedung C. Karena gedung D tidak mewakili fungsi primer kantor sebagai ruang kerja. Pada gedung C, semua lantai berisi ruang kerja dinas-dinas yang memiliki peranan secara langsung terhadap pemerintahan Kota Batu. Sedangkan pada gedung D lantai 1 terdapat hall yang jarang digunakan, pada lantai 2 terdapat ruang kerja organisasi olahraga yang kurang aktif sehingga aktifitas pada ruangan tersebut hanya terjadi di saat-saat tertentu, dan pada lantai 3 terdapat fungsi kantin. Maka dari itu, gedung C lebih layak digunakan untuk sampel.



Gambar 4.4 Arah Panas Matahari pada Pukul 13.00-16.00

Gedung C berada di sisi barat tapak dan tidak terhalang oleh bangunan lain, sehingga mendukung dipilihnya gedung C sebagai sampel penelitian. Berdasarkan arah edar matahari, gedung C menerima panas matahari paling banyak, sehingga ruangan akan terasa lebih panas diatas jam 12 siang. Maka dari itu perlu adanya rekomendasi desain ventilasi gedung C yang dapat memberikan kenyamanan termal tanpa menggunakan AC.

4.4 Gedung C Balai Kota Among Tani Batu

4.4.1 Data Pemakaian Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani Batu



Gambar 4.5 Tampak Depan Gedung C

Fungsi utama bangunan Kantor Balai Kota Among Tani adalah untuk melakukan pekerjaan yang berhubungan dengan pemerintahan Kota Batu. Gedung C terdiri dari tiga

lantai. Lantai satu digunakan oleh Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil. Lantai dua digunakan oleh Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang dan Dinas Kebersihan dan Pertamanan. Sedangkan lantai tiga digunakan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Dinas Pengairan dan Bina Marga.

Aktivitas perkantoran terjadi pada jam 08.00 sampai 16.00 dengan jam istirahat yaitu pada pukul 12.00 sampai 13.00. Pelaku aktivitas di gedung C antara lain pejabat-pejabat pada dinas terkait, pegawai, staff kebersihan dan tamu yang memiliki kepentingan dengan dinas terkait, contohnya keperluan pendaftaran pada dinas kependudukan dan pencatatan sipil yang berada di lantai satu. Kapasitas masing-masing lantai yaitu mencapai 50 hingga 60 orang pengguna ruang.

4.4.2 Data Penggunaan AC Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani

Terdapat dua jenis AC yang berada di Kantor Balai Kota Among Tani, yaitu ceiling cassette dan wall-mounted. Pada gedung C, penghawaan buatan utama yang digunakan yaitu menggunakan ceiling cassette. Apabila suhu dari ceiling cassette belum cukup mendinginkan ruangan, maka AC wall-mounted digunakan.

Kapasitas dan jumlah AC Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2 Data Penggunaan AC Gedung C

AC Lantai 1 Blok C				
No	Type	Model	Kapasitas	Jumlah
1	ARNU15GSBL2	Wall-Mounted	18000 BTUH	3 unit
2	ARNU36GTNC2	Ceiling Cassete	36000 BTUH	10 unit
AC Lantai 2 Blok C				
No	Type	Model	Kapasitas	Jumlah
1	ARNU36GTNC2	Ceiling Cassete	36000 BTUH	14 unit
AC Lantai 3 Blok C				

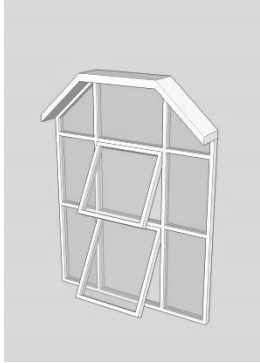
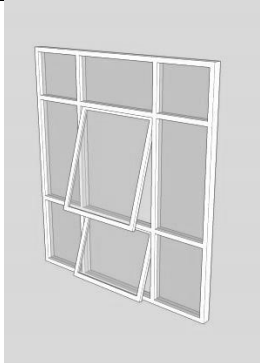
No	Type	Model	Kapasitas	Jumlah
1	ARNU36GTNC2	Ceiling Cassete	36000 BTUH	17 unit
Jumlah AC pada Gedung C				44 unit

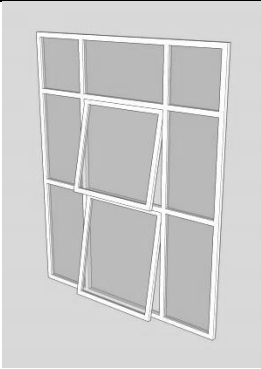
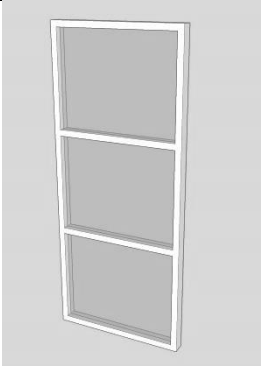

sumber: Laporan Data Rumpun Jaringan Kantor Balai Kota Among Tani

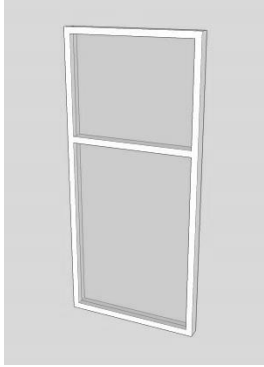
4.4.3 Data Jenis Bukaannya Eksisting Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani

Jendela pada gedung C berupa jendela tipikal, yaitu memiliki ukuran dan jenis yang sama dalam satu lantai. Masing-masing lantai memiliki ukuran dan bentuk jendela tipikal yang berbeda. Terdapat enam tipe jendela di gedung C, yang terdiri dari tiga tipe jendela top hung dan tiga tipe jendela mati yang hanya berfungsi untuk membantu fungsi pencahayaan alami pada ruangan.

Tabel 4.3 Jenis Bukaannya Eksisting Kantor Balai Kota Among Tani

Tipe	Foto	Jenis Bukaannya	Ukuran Bukaannya
A	 <p>Posisi: lantai 3</p>	Top Hung	Bagian Tengah: 1,00 m x 1,00 m Bagian Bawah: 1,00 m x 1,20 m
B		Top Hung	Bagian Tengah: 1,00 m x 1,20 m Bagian Bawah: 1,00 m x 0,80 m

	Posisi: lantai 2		
C	 <p>Posisi: lantai 1</p>	Top Hung	<p>Bagian Tengah: 1,00 m x 1,20 m</p> <p>Bagian Bawah: 1,00 m x 0,80 m</p>
D	 <p>Posisi: lantai 1, 2 dan 3</p>	Fixed Window	-
E	 <p>Posisi: lantai 1 dan 2</p>	Fixed Window	-

F	 <p data-bbox="331 607 523 640">Posisi: lantai 1</p>	Fixed Window	-
---	---	--------------	---

Walaupun dilihat dari tampaknya banyak terdapat jendela pada bangunan, namun kebanyakan dari jendela tersebut merupakan jendela mati sehingga tidak memiliki peran dalam memberikan kenyamanan termal pada ruangan. Bukaan yang minim menyebabkan sistem penghawaan utama yang digunakan yaitu AC. Apabila ingin meminimalisir atau menghilangkan fungsi AC, maka diperlukan penambahan jumlah atau luas bukaannya.

4.4.4 Analisis Perbandingan Luas Bukaan Ventilasi Eksisting dengan Standar SNI 03-6572-2001

Perbandingan luas bukaan ventilasi dianalisis dengan mengacu pada Standar SNI 03-6572-2001 yang berisi tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung. Ventilasi yang baik berdasarkan peraturan yaitu bukaan sebesar 5% dari luas ruangan dan menghadap ke arah daerah yang terbuka. Pengukuran dilakukan menghitung luas tiap ruangan pada denah, kemudian menghitung luas bukaan tiap ruangan.

Berdasarkan tabel diatas maka dapat diketahui bahwa di gedung C Kantor Balai Kota Among Tani terdapat 13 ruang kerja dengan ventilasi tidak sesuai dengan Standar SNI 03-6572-2001 sedangkan 17 ruang lainnya sudah mencukupi standar.

4.4.5 Data Suhu dan Kelembapan Eksisting Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani

Survey lokasi dilakukan tiga kali yaitu pada tanggal 23, 24, 30 April 2017. Tanggal ini dipilih karena AC di dalam Kantor Balai Kota Among Tani dalam kondisi dimatikan, sehingga pengukuran akan sesuai dengan data yang diperlukan.

Berdasarkan survey lokasi yang dilakukan pada tanggal 23 April 2017 pada pukul 13.00, yaitu pada hari libur saat AC pada bangunan sedang dimatikan, diperoleh data suhu dan kelembapan ruangan-ruangan pada gedung C sebagai berikut.

Tabel 4.5 Suhu, Kecepatan Angin dan Kelembapan pada Tanggal 23 April 2017

Lantai	Nama Ruangan	Kecepatan Angin	Suhu	Kelembapan
1	R. Kantor Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil	0,5 m/s	29,3 °C	62%
	R. Program	0,2 m/s	29,2 °C	65%
	R. Rapat	0,3 m/s	28,8 °C	65%
	Kantor Display Produk	0,1 m/s	30,2 °C	69%
	Bank BPD	0,1 m/s	30,0 °C	69%
	R. Kabid 1	0,5 m/s	28,9 °C	70%
	R. Kabid 2	0,4 m/s	28,9 °C	70%
	R. Kabid 3	0,1 m/s	29,1 °C	69%
	R. Kabid 4	0,1 m/s	29,2 °C	69%

	R. Tamu	0,5 m/s	29,1 °C	63%
2	R. Kantor Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang	0,4 m/s	28,6 °C	63%
	R. Arsip	0,1 m/s	28,8 °C	68%
	R. Kepala Dinas	0,2 m/s	28,6 °C	66%
	Lobby Meeting Room	0,2 m/s	28,5 °C	65%
	Meeting Room	0,1 m/s	29,0 °C	66%
	Subbag Keuangan	0,3 m/s	28,8 °C	70%
	R. Sekretaris	0,3 m/s	28,9 °C	69%
	Bidang Tata Ruang	0,3 m/s	28,8 °C	70%
	R. Kantor Dinas Kebersihan dan Pertamanan	0,2 m/s	28,8 °C	69%
	R. Kepala Dinas	0,1 m/s	28,6 °C	68%
	Badan Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan	0,2 m/s	28,5 °C	69%
	Bagian Kebersihan dan Pertamanan	0,2 m/s	28,6 °C	69%
	R. Sekretaris	0,2 m/s	28,5 °C	66%
	Bidang Tata Ruang	0,3 m/s	28,7 °C	66%

	Lobby	0,4 m/s	28,2 °C	67%
3	R. Sekretariat	0,4 m/s	28,9 °C	68%
	R. Sekretaris	0,2 m/s	28,6 °C	68%
	R. Kepala Dinas	0,2 m/s	28,9 °C	67%
	Meeting Room	0,1 m/s	28,6 °C	65%
	R. Tamu	0,1 m/s	28,9 °C	67%
	R. Subbag Keuangan	0,1 m/s	28,8 °C	66%
	Bidang PJU	0,4 m/s	28,6 °C	65%
	Bidang Bina Marga	0,3 m/s	28,6 °C	69%
	Bidang SDA	0,3 m/s	28,8 °C	66%
	UPTD Peralatan	0,2 m/s	28,9 °C	68%

Berdasarkan survey lokasi yang dilakukan pada tanggal 24 April 2017 pada pukul 13.00, diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 4.6 Suhu, Kecepatan Angin dan Kelembapan pada Tanggal 24 April 2017

Lantai	Nama Ruangan	Kecepatan Angin	Suhu	Kelembapan
1	R. Kantor Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil	0,5 m/s	29,6 °C	62%
	R. Program	0,2 m/s	29,4 °C	65%
	R. Rapat	0,3 m/s	28,8 °C	65%
	Kantor Display Produk	0,1 m/s	30,2 °C	69%

	Bank BPD	0,1 m/s	30,1 °C	69%
	R. Kabid 1	0,5 m/s	28,8 °C	70%
	R. Kabid 2	0,4 m/s	28,9 °C	70%
	R. Kabid 3	0,1 m/s	29,0 °C	69%
	R. Kabid 4	0,1 m/s	28,8 °C	69%
	R. Tamu	0,5 m/s	29,1 °C	63%
2	R. Kantor Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang	0,3 m/s	29,0 °C	63%
	R. Kepala Dinas	0,2 m/s	29,3 °C	66%
	Lobby Meeting Room	0,2 m/s	29,4 °C	65%
	Meeting Room	0,1 m/s	29,3 °C	66%
	Subbag Keuangan	0,2 m/s	28,8 °C	70%
	R. Sekretaris	0,3 m/s	28,4 °C	69%
	Bidang Tata Ruang	0,2 m/s	28,2 °C	70%
	R. Kantor Dinas Kebersihan dan Pertamanan	0,2 m/s	29,2 °C	69%
	R. Kepala Dinas	0,1 m/s	28,8 °C	68%
	Badan Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan	0,1 m/s	28,9 °C	69%
	Bagian Kebersihan dan Pertamanan	0,2 m/s	28,7 °C	69%
	R. Sekretaris	0,2 m/s	28,8 °C	66%

	Bidang Tata Ruang	0,2 m/s	28,7 °C	66%
3	R. Sekretariat	0,3 m/s	28,4 °C	68%
	R. Sekretaris	0,2 m/s	28,6 °C	68%
	R. Kepala Dinas	0,2 m/s	28,5 °C	67%
	Meeting Room	0,1 m/s	29,0 °C	65%
	R. Tamu	0,1 m/s	28,9 °C	67%
	R. Subbag Keuangan	0,1 m/s	29,1 °C	66%
	Bidang PJU	0,3 m/s	28,8 °C	65%
	Bidang Bina Marga	0,3 m/s	28,9 °C	69%
	Bidang SDA	0,3 m/s	28,9 °C	66%
	UPTD Peralatan	0,1 m/s	28,9 °C	68%

Berdasarkan survey lokasi yang dilakukan pada tanggal 30 April 2017 pada pukul 13.00, diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 4.7 Suhu, Kecepatan Angin dan Kelembapan pada Tanggal 30 April 2017

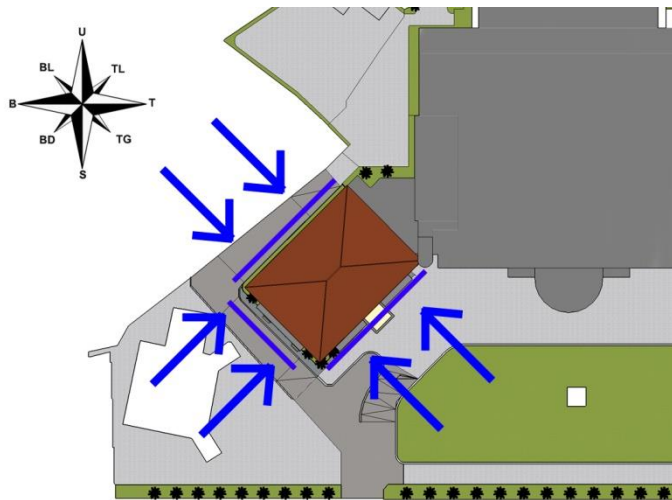
Lantai	Nama Ruangan	Kecepatan Angin	Suhu	Kelembapan
1	R. Kantor Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil	0,5 m/s	29,3 °C	62%
	R. Program	0,2 m/s	29,1 °C	65%
	R. Rapat	0,3 m/s	28,4 °C	65%
	Kantor Display Produk	0,1 m/s	30,0 °C	69%
	Bank BPD	0,1 m/s	30,0 °C	69%

	R. Kabid 1	0,4 m/s	28,5 °C	70%
	R. Kabid 2	0,4 m/s	28,7 °C	70%
	R. Kabid 3	0,1 m/s	28,8 °C	69%
	R. Kabid 4	0,1 m/s	28,8 °C	69%
	R. Tamu	0,4 m/s	29,0 °C	63%
2	R. Kantor Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang	0,3 m/s	28,2 °C	63%
	R. Arsip	0,1 m/s	29,3 °C	68%
	R. Kepala Dinas	0,2 m/s	29,1 °C	66%
	Lobby Meeting Room	0,2 m/s	29,0 °C	65%
	Meeting Room	0,1 m/s	29,1 °C	66%
	Subbag Keuangan	0,2 m/s	28,5 °C	70%
	R. Sekretaris	0,3 m/s	28,1 °C	69%
	Bidang Tata Ruang	0,2 m/s	28,0 °C	70%
	R. Kantor Dinas Kebersihan dan Pertamanan	0,2 m/s	29,4 °C	69%
	R. Kepala Dinas	0,1 m/s	28,8 °C	68%
	Badan Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan	0,1 m/s	28,9 °C	69%
	Bagian Kebersihan dan Pertamanan	0,2 m/s	28,6 °C	69%
	R. Sekretaris	0,2 m/s	28,6 °C	66%

	Bidang Tata Ruang	0,2 m/s	28,5 °C	66%
	Lobby	0,3 m/s	28,3 °C	67%
3	R. Sekretariat	0,3 m/s	28,4 °C	68%
	R. Sekretaris	0,2 m/s	28,6 °C	68%
	R. Kepala Dinas	0,2 m/s	28,6 °C	67%
	Meeting Room	0,1 m/s	28,9 °C	65%
	R. Tamu	0,1 m/s	28,9 °C	67%
	R. Subbag Keuangan	0,1 m/s	29,1 °C	66%
	Bidang PJU	0,3 m/s	28,6 °C	65%
	Bidang Bina Marga	0,3 m/s	28,4 °C	69%
	Bidang SDA	0,3 m/s	28,3 °C	66%
	UPTD Peralatan	0,1 m/s	28,5 °C	68%

4.4.6 Data Kecepatan dan Arah Pergerakan Udara Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani

Survey data kecepatan dan arah pergerakan udara di sekitar gedung C Kantor Balai Kota Among Tani dilakukan pada tanggal 21 Juni 2017, yaitu pada saat kondisi cuaca cerah. Alat yang digunakan yaitu anemometer. Pengukuran dilakukan pada 3 titik pada bangunan, yaitu pada bagian depan bangunan (tenggara), kanan bangunan (barat daya) dan belakang bangunan (barat laut), karena pada bagian kiri bangunan (timur laut) tersambung langsung dengan koridor bangunan utama, sehingga tidak ada pergerakan udara dari arah timur laut yang mempengaruhi bagian gedung C.



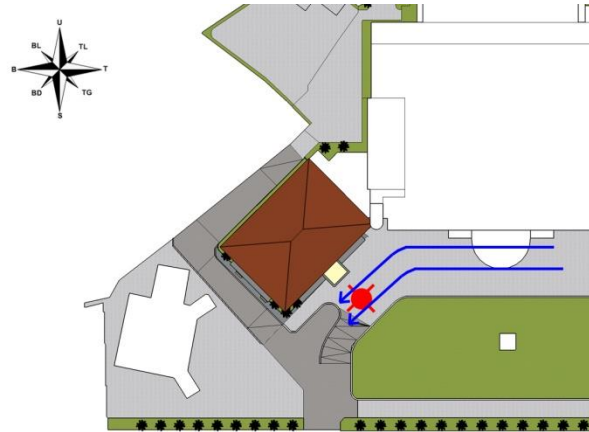
Gambar 4.6 Bagian Gedung C yang Terpapar Angin

a. Bagian Depan Bangunan (Tenggara)

Tabel 4.8 Arah dan Kecepatan Angin pada Bagian Depan Bangunan

Pukul	Arah Angin	Rentang Kecepatan Angin	Kec. Rata-rata
08.00-09.00	Tenggara – Barat Laut	0,6 – 2,8 m/s	1,6 m/s
09.00-10.00	Timur – Barat	0,8 – 3,5 m/s	1,7 m/s
10.00-11.00	Timur – Barat	1,0 – 2,9 m/s	1,8 m/s
11.00-12.00	Timur – Barat	1,1 – 2,8 m/s	1,8 m/s
12.00-13.00	Timur – Barat	1,1 – 3,6 m/s	2,2 m/s
13.00-14.00	Timur – Barat	0,6 – 3,3 m/s	2,0 m/s
14.00-15.00	Timur – Barat	1,3 – 3,8 m/s	2,1 m/s
15.00-16.00	Timur – Barat	0,9 – 3,5 m/s	2,4 m/s

Kecepatan rata-rata pada bagian depan bangunan yaitu 1,95 m/s yaitu tergolong berangin. Apabila ditunjukkan dalam site plan, arah angin pada bagian selatan gedung C adalah sebagai berikut.



Gambar 4.7 Tampak Atas Arah Angin pada Bagian Tenggara

Apabila ditunjukkan pada gambar potongan, arah angin pada gedung C adalah sebagai berikut.



Gambar 4.8 Arah Angin pada Gedung C pada Gambar Potongan

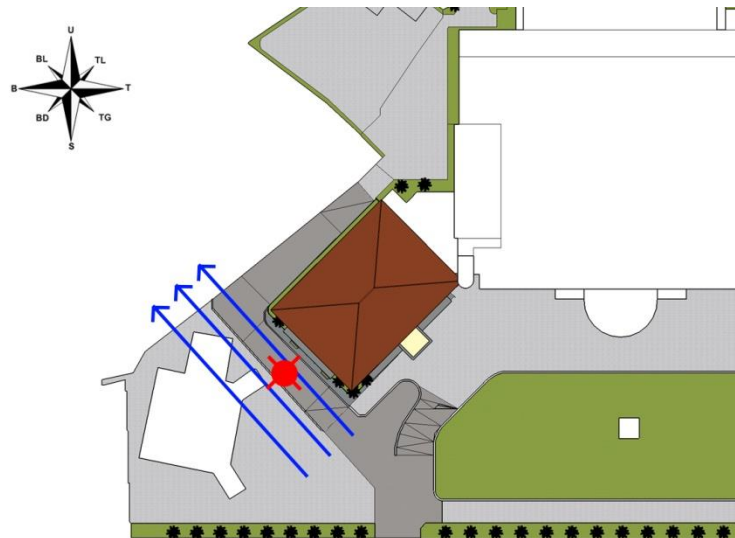
b. Bagian Kanan Bangunan (Barat Daya)

Tabel 4.9 Arah dan Kecepatan Angin pada Bagian Kanan Bangunan

Pukul	Arah Angin	Rentang Kecepatan Angin	Kec. Rata-rata
08.00-09.00	Tenggara – Barat Laut	0,5 – 2,6 m/s	1,3 m/s
09.00-10.00	Tenggara – Barat Laut	0,6 – 3,2 m/s	1,4 m/s
10.00-11.00	Tenggara – Barat Laut	0,9 – 2,4 m/s	1,7 m/s

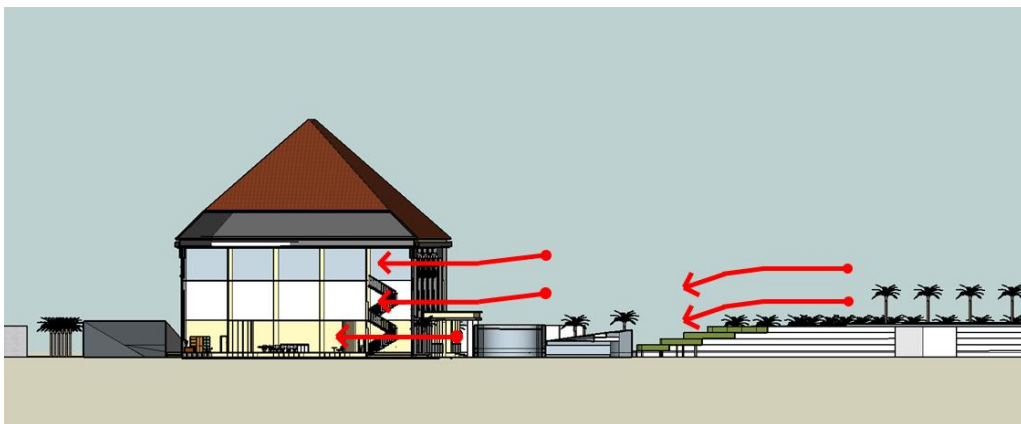
11.00-12.00	Tenggara – Barat Laut	0,9 – 2,6 m/s	1,8 m/s
12.00-13.00	Tenggara – Barat Laut	0,8 – 3,3 m/s	1,8 m/s
13.00-14.00	Tenggara – Barat Laut	0,7 – 3,4 m/s	1,9 m/s
14.00-15.00	Tenggara – Barat Laut	0,8 – 3,6 m/s	1,8 m/s
15.00-16.00	Tenggara – Barat Laut	0,9 – 3,2 m/s	1,8 m/s

Kecepatan rata-rata pada bagian kanan bangunan yaitu 1,6875 m/s yaitu tergolong berangin. Apabila ditunjukkan dalam site plan, arah angin pada bagian selatan gedung C adalah sebagai berikut.



Gambar 4.9 Tampak Atas Arah Angin pada Bagian Barat

Apabila ditunjukkan pada potongan maka arah angin pada gedung C adalah sebagai berikut.



Gambar 4.10 Arah Angin pada Gedung C pada Gambar Potongan

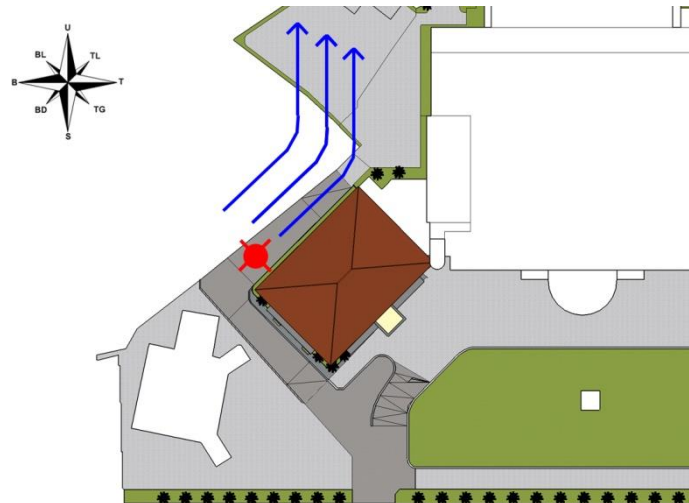
c. Bagian Belakang Bangunan (Barat Laut)

Tabel 4.10 Arah dan Kecepatan Angin pada Bagian Belakang Bangunan

Pukul	Arah Angin	Rentang Kecepatan Angin	Kec. Rata-rata
08.00-09.00	Barat Daya – Timur Laut	0,8 – 2,4 m/s	1,2 m/s
09.00-10.00	Barat Daya – Timur Laut	0,6 – 2,6 m/s	1,5 m/s
10.00-11.00	Barat Daya – Timur Laut	0,5 – 2,5 m/s	1,4 m/s
11.00-12.00	Barat Daya – Timur Laut	0,4 – 2,2 m/s	1,1 m/s
12.00-13.00	Barat Daya – Timur Laut	0,7 – 2,9 m/s	1,5 m/s
13.00-14.00	Barat Daya – Timur Laut	1,0 – 2,9 m/s	1,8 m/s
14.00-15.00	Barat Daya – Timur Laut	1,1 – 3,0 m/s	1,7 m/s

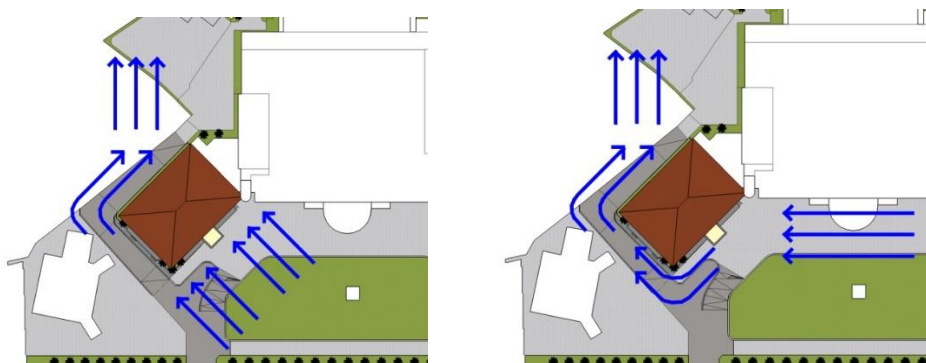
15.00-16.00	Barat Daya – Timur Laut	0,7 – 3,1 m/s	1,7 m/s
-------------	----------------------------	---------------	---------

Kecepatan rata-rata pada bagian kanan bangunan yaitu 1,4875 m/s yaitu masih tergolong nyaman. Apabila ditunjukkan dalam site plan, arah angin pada bagian selatan gedung C adalah sebagai berikut.



Gambar 4.11 Tampak Atas Arah Angin pada Bagian Utara

Maka pergerakan angin pada tapak selama jam kerja pukul 08.00 sampai 16.00 yaitu dari arah selatan (depan tapak) menuju utara (belakang tapak). Karena terdapat gedung yang memecah arah angin tersebut, maka ilustrasi pergerakan angin pada sekitar gedung C yaitu sebagai berikut.



Gambar 4.12 Arah Angin pada Sekitar Gedung C pada pagi hari (kiri) dan siang hari (kanan)

4.4.7 Analisis Selubung Bangunan Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani

Selubung bangunan pada Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani terdiri dari lantai, dinding dan atap. Elemen yang memiliki pengaruh paling besar terhadap tata penghawaan bangunan ini yaitu dinding karena bukaan terdapat pada bagian tersebut.



Gambar 4.13 Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani Batu

Apabila dilihat secara sekilas Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani terlihat dinding bangunan didominasi oleh jendela, padahal jendela yang jumlahnya terbanyak berjenis jendela mati. Rasio bukaan pada bangunan tidak sesuai dengan kondisi selubung yang terlihat. Dari sisi material, bangunan ini dilapisi oleh dinding masif menggunakan material utama bata hebel yang kemudian diplester dan dilapisi menggunakan cat berwarna cerah.

Tampilan dinding pada bangunan ini dapat dikategorikan halus. Transisi antara dinding dan kolom dilihat secara keseluruhan tidak memiliki perbedaan kedalaman yang signifikan, hanya berkisar 20 cm. Hal ini menyebabkan bangunan tidak menangkap angin secara optimal sehingga perlu adanya perubahan tekstur bangunan untuk mendukung hasil rekomendasi desain bangunan tersebut.



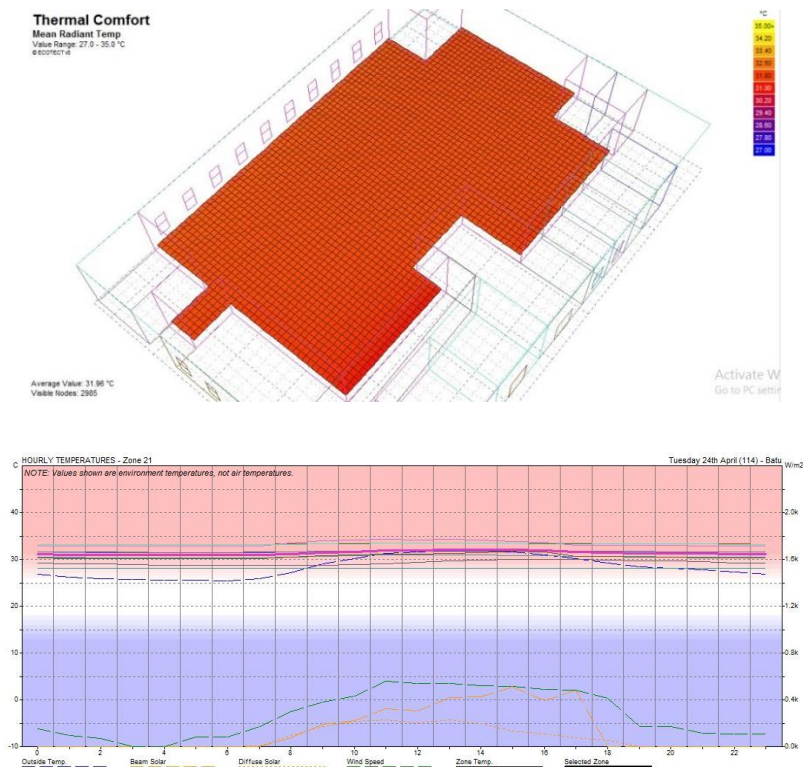
Gambar 4.14 Detail Fasad Kantor Balai Kota Among Tani Batu

4.5 Analisis Kenyamanan Termal Menggunakan Software Autodesk Ecotect

Pada simulasi menggunakan software Autodesk Ecotect, diperoleh data kontur suhu ruangan, tabel beserta grafik suhu per jam dalam satu hari pada tanggal 21 Maret. Ruang yang disimulasikan hanya ruang yang berfungsi sebagai area kerja.

A. Lantai 1

a. Ruang Kerja Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil

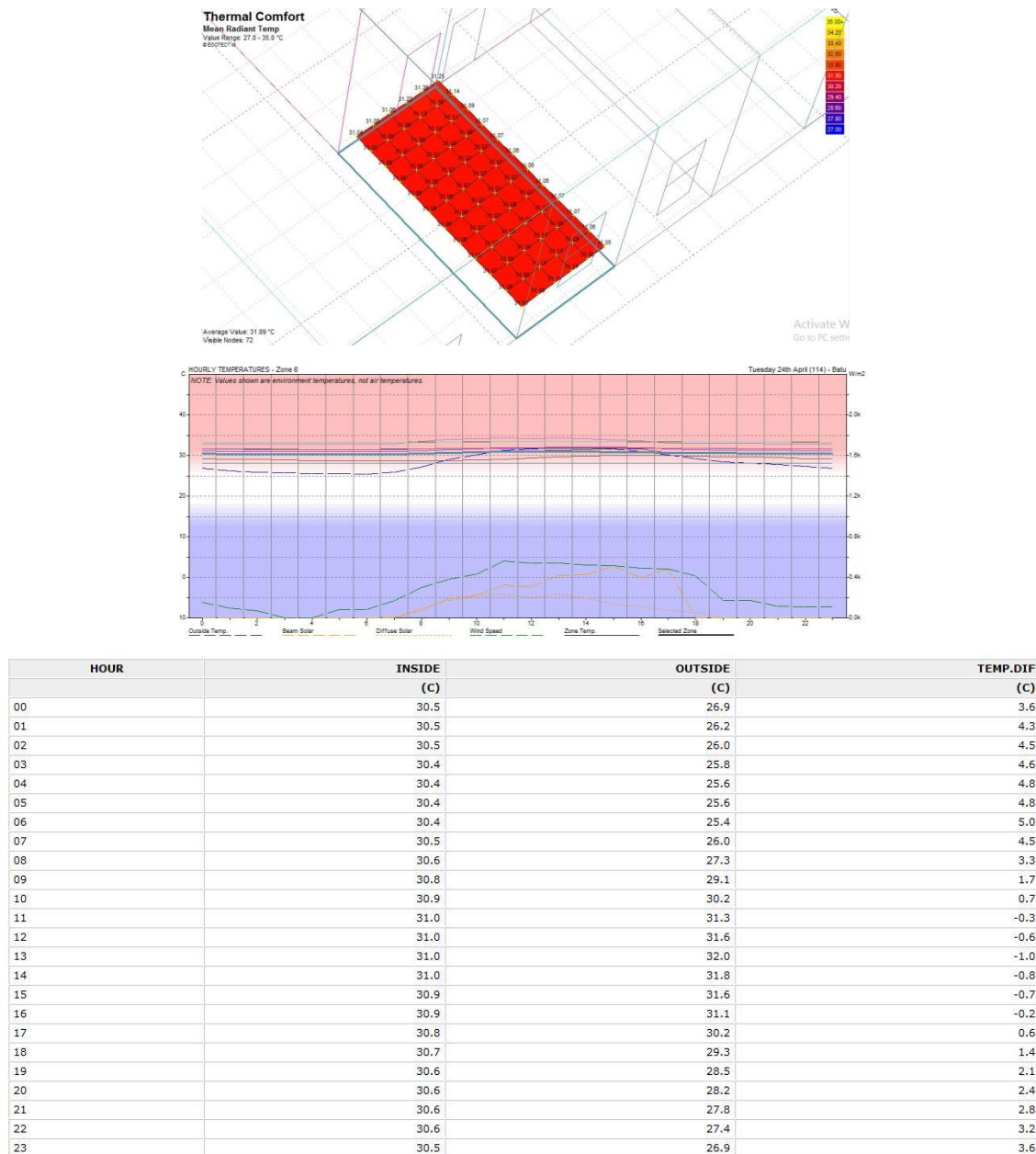


HOOR	INSIDE	OUTSIDE	TEMP.DIF
	(C)	(C)	(C)
00	31.2	26.9	4.3
01	31.1	26.2	4.9
02	31.1	26.0	5.1
03	31.0	25.8	5.2
04	31.0	25.6	5.4
05	31.0	25.6	5.4
06	31.0	25.4	5.6
07	31.0	26.0	5.0
08	31.2	27.3	3.9
09	31.5	29.1	2.4
10	31.7	30.2	1.5
11	31.9	31.3	0.6
12	32.0	31.6	0.4
13	32.1	32.0	0.1
14	32.2	31.8	0.4
15	32.2	31.6	0.6
16	32.0	31.1	0.9
17	31.6	30.2	1.4
18	31.5	29.3	2.2
19	31.4	28.5	2.9
20	31.3	28.2	3.1
21	31.3	27.8	3.5
22	31.2	27.4	3.8
23	31.2	26.9	4.3

Gambar 4.15

Ukuran bukaan kurang dari standar yang ditentukan yaitu sebesar $17,6 \text{ m}^2$ (sesuai standar $37,23 \text{ m}^2$) menyebabkan ruangan tidak mendinginkan suhu luar sama sekali dalam 24 jam. Hal ini dapat ditunjukkan pada tabel 4.13, suhu pada kolom inside selalu lebih tinggi daripada outside.

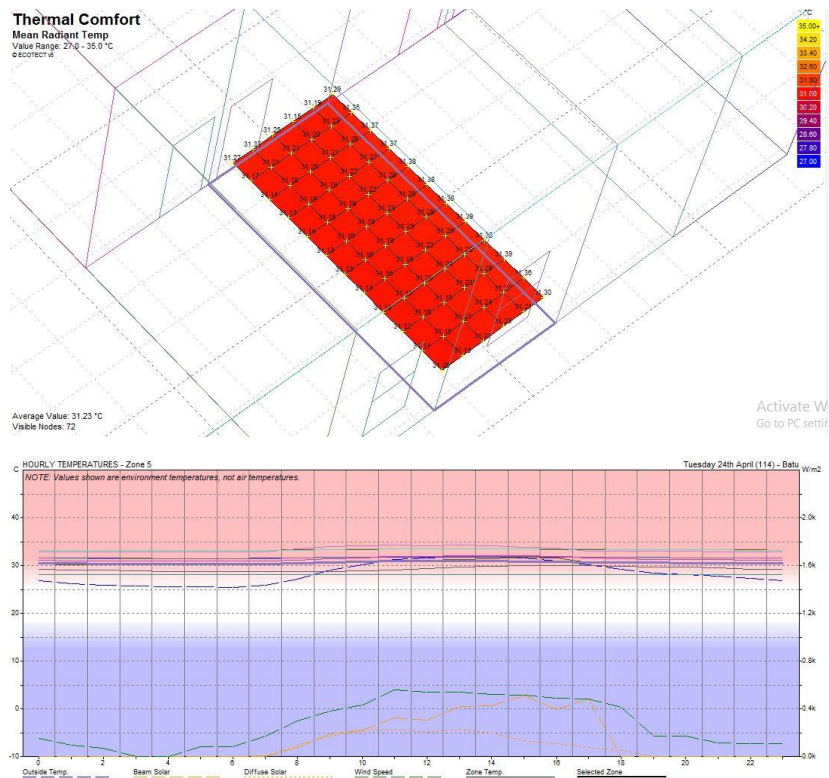
b. Ruang Kepala Bidang 1



Gambar 4.16

Suhu udara pada ruang kepala bidang 1 tergolong hangat. Ukuran bukaan sudah memenuhi standar yaitu sebesar $2,2 \text{ m}^2$. Perbedaan suhu ruangan dengan suhu luar juga tidak terlalu tinggi, dan ruangan masih mendinginkan suhu dari luar pada pukul 11.00 sampai pukul 16.00.

c. Ruang Kepala Bidang 2

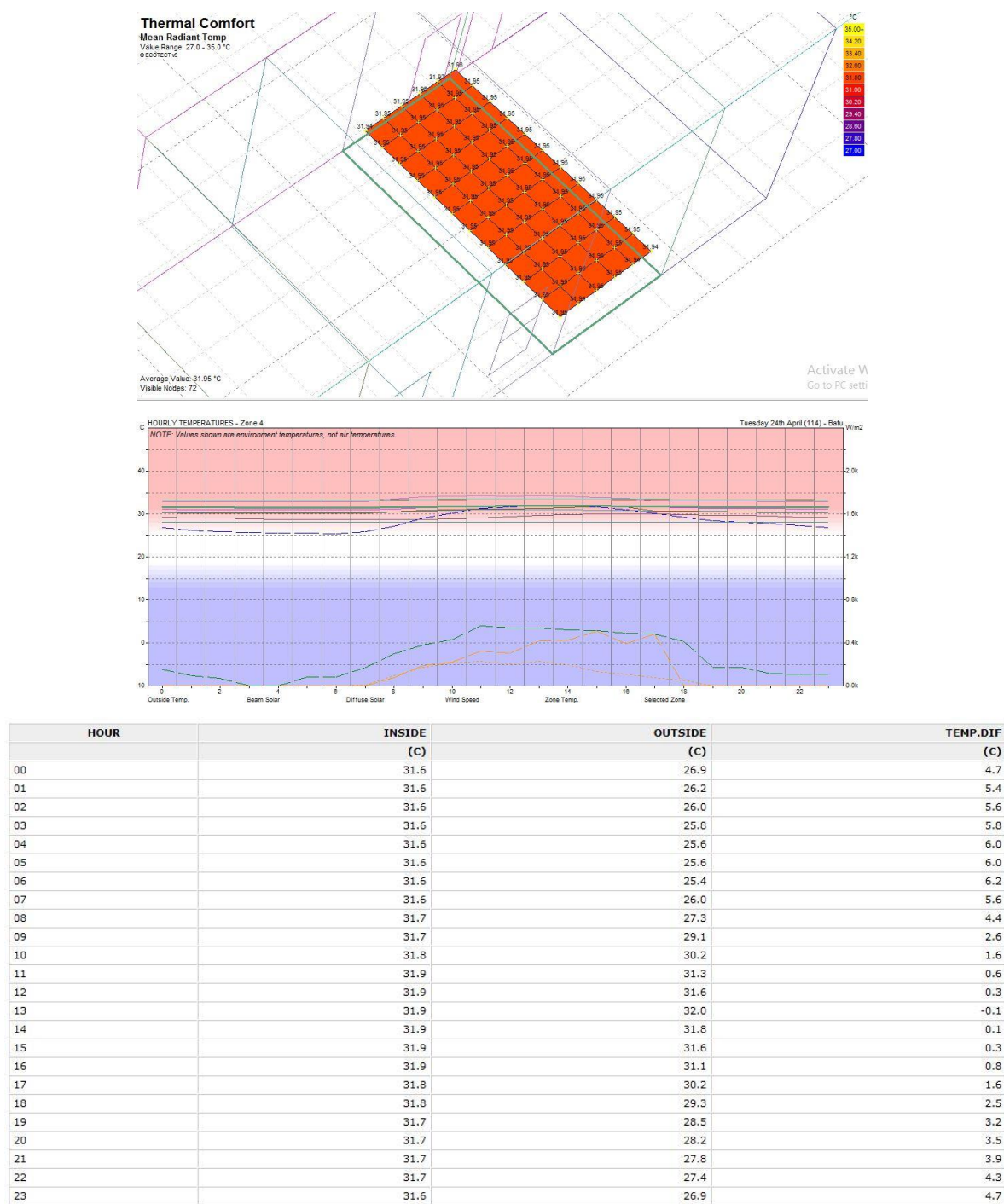


HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP.DIF
	(C)	(C)	(C)
00	30.5	26.9	3.6
01	30.5	26.2	4.3
02	30.5	26.0	4.5
03	30.4	25.8	4.6
04	30.4	25.6	4.8
05	30.4	25.6	4.8
06	30.4	25.4	5.0
07	30.5	26.0	4.5
08	30.6	27.3	3.3
09	30.8	29.1	1.7
10	30.9	30.2	0.7
11	31.0	31.3	-0.3
12	31.0	31.6	-0.6
13	31.0	32.0	-1.0
14	31.0	31.8	-0.8
15	30.9	31.6	-0.7
16	30.9	31.1	-0.2
17	30.8	30.2	0.6
18	30.7	29.3	1.4
19	30.6	28.5	2.1
20	30.6	28.2	2.4
21	30.6	27.8	2.8
22	30.6	27.4	3.2
23	30.5	26.9	3.6

Gambar 4.17

Ruang kepala bidang 2 memiliki hasil simulasi yang serupa dengan ruang kepala bidang 1 karena bentuk ruangan yang tipikal dengan ukuran yang sama yaitu 6 x 3 meter dengan bukaan yang sama yaitu sebesar 2,2 m². Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 11.00 sampai 16.00.

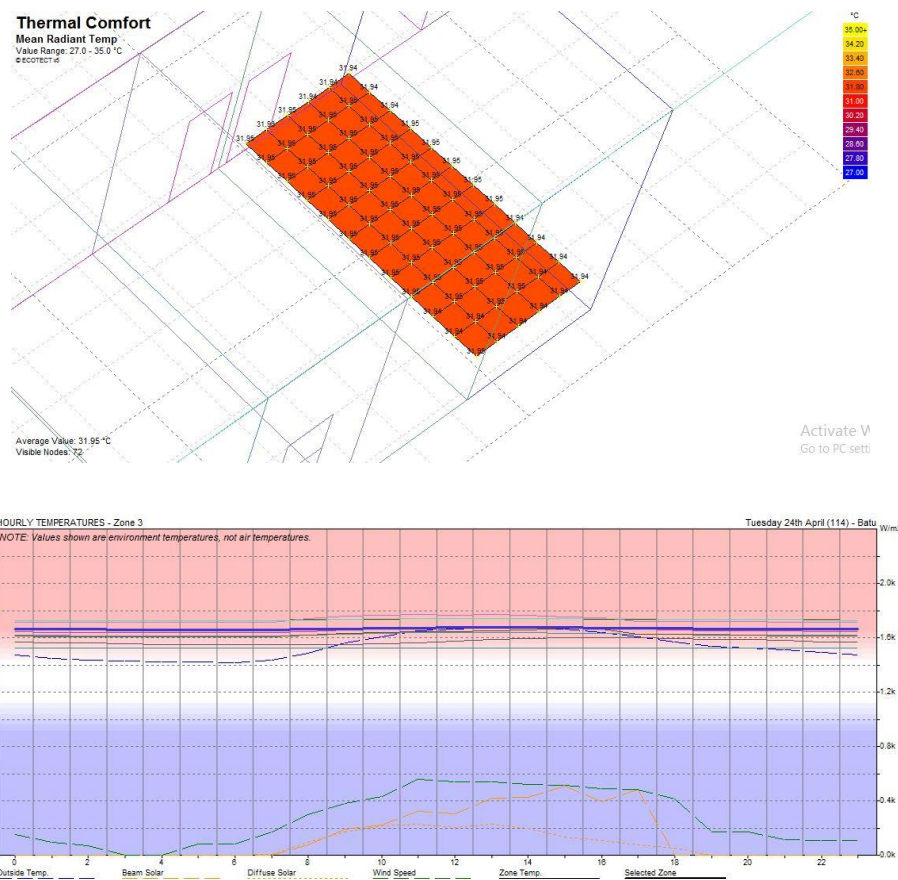
d. Ruang Kepala Bidang 3



Gambar 4.18

Ruang kepala bidang 3 tidak memiliki bukaan langsung menuju luar bangunan, sehingga ruangan hanya mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 13.00.

e. Ruang Kepala Bidang 4

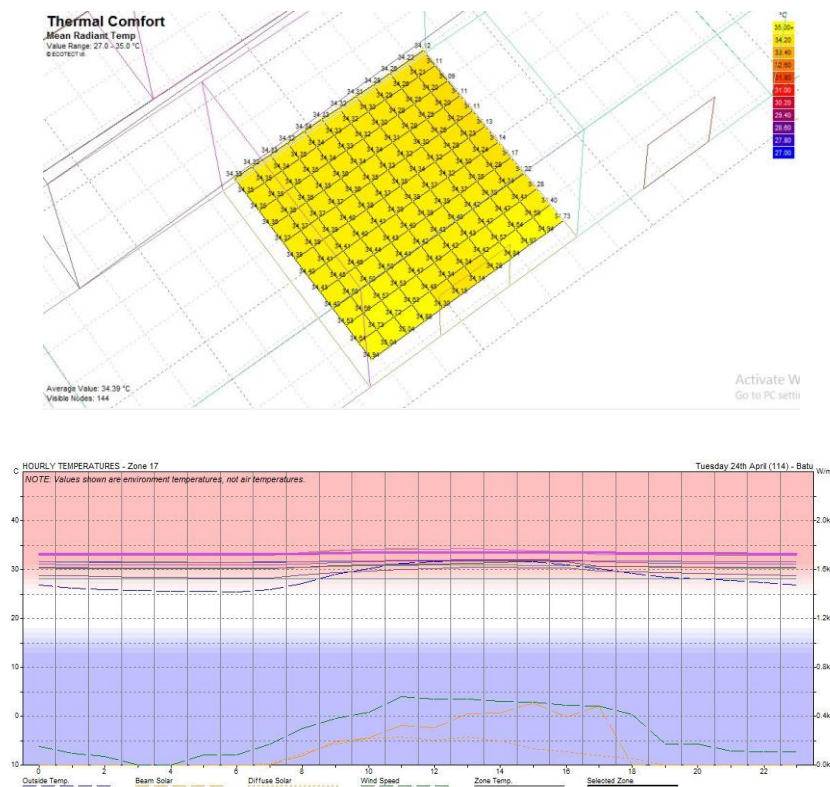


Hour	Inside (C)	Outside (C)	Temp.Dif (C)
00	31.6	26.9	4.7
01	31.6	26.2	5.4
02	31.6	26.0	5.6
03	31.6	25.8	5.8
04	31.6	25.6	6.0
05	31.6	25.6	6.0
06	31.6	25.4	6.2
07	31.6	26.0	5.6
08	31.7	27.3	4.4
09	31.7	29.1	2.6
10	31.8	30.2	1.6
11	31.9	31.3	0.6
12	31.9	31.6	0.3
13	31.9	32.0	-0.1
14	31.9	31.8	0.1
15	31.9	31.6	0.3
16	31.9	31.1	0.8
17	31.8	30.2	1.6
18	31.8	29.3	2.5
19	31.7	28.5	3.2
20	31.7	28.2	3.5
21	31.7	27.8	3.9
22	31.7	27.4	4.3
23	31.6	26.9	4.7

Gambar 4.19

Ruang kepala bidang 4 tidak memiliki bukaan langsung ke arah luar bangunan. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar hanya pukul 13.00.

f. Kantor Display Produk

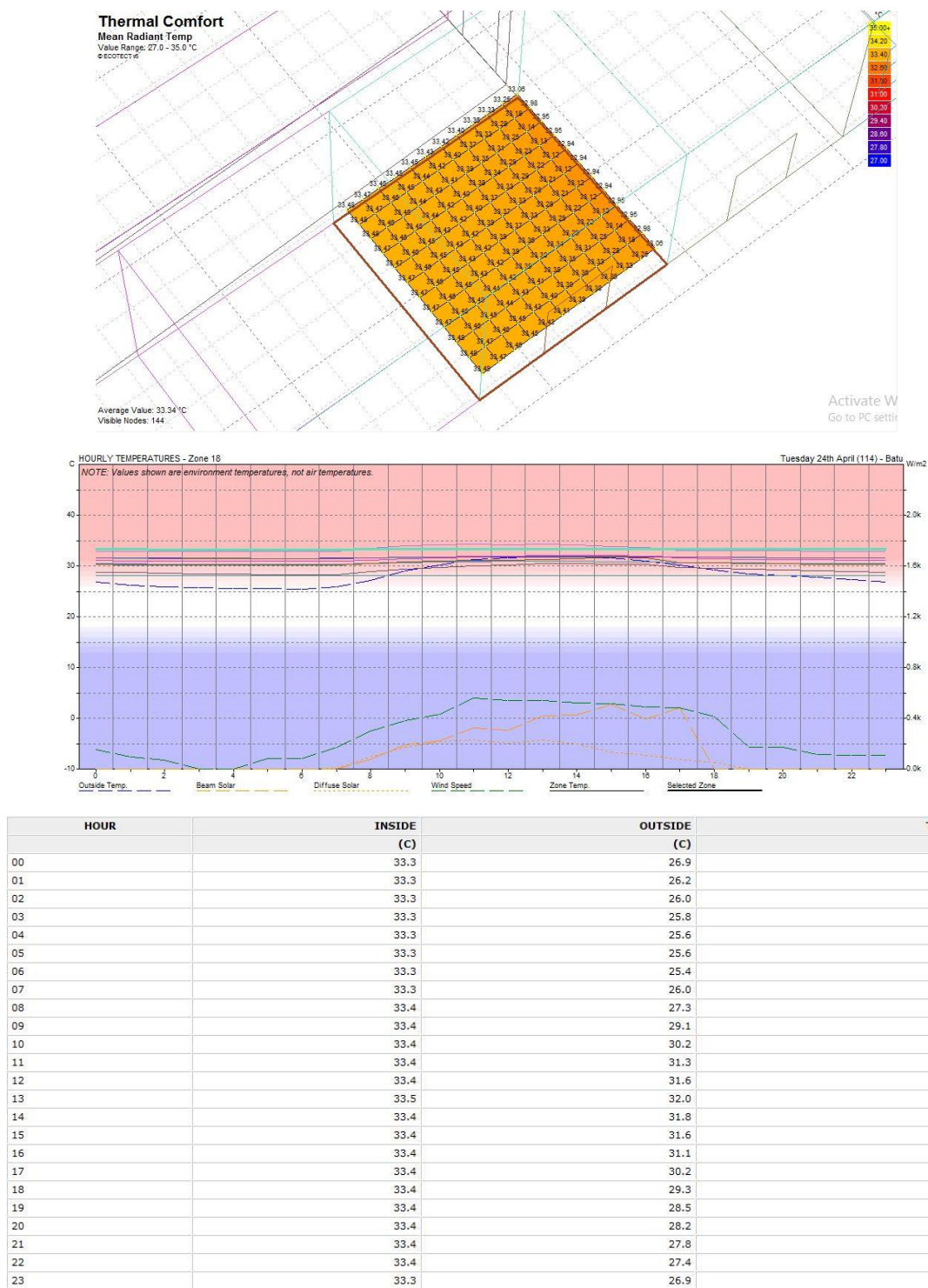


HOUR	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP.DIF (C)
00	33.3	26.9	6.4
01	33.3	26.2	7.1
02	33.2	26.0	7.2
03	33.2	25.8	7.4
04	33.2	25.6	7.6
05	33.2	25.6	7.6
06	33.2	25.4	7.8
07	33.2	26.0	7.2
08	33.3	27.3	6.0
09	33.4	29.1	4.3
10	33.5	30.2	3.3
11	33.6	31.3	2.3
12	33.6	31.6	2.0
13	33.6	32.0	1.6
14	33.6	31.8	1.8
15	33.6	31.6	2.0
16	33.5	31.1	2.4
17	33.5	30.2	3.3
18	33.4	29.3	4.1
19	33.4	28.5	4.9
20	33.4	28.2	5.2
21	33.4	27.8	5.6
22	33.3	27.4	5.9
23	33.3	26.9	6.4

Gambar 4.20

Kantor display produk memiliki luas 6m x 6m dan tidak memiliki bukaan. Ruangan ini sama sekali tidak menggunakan penghawaan alami. Suhu di kantor display produk cenderung panas yaitu mencapai 33 derajat celcius dan sama sekali tidak dapat mendinginkan suhu luar ruangan dalam 24 jam.

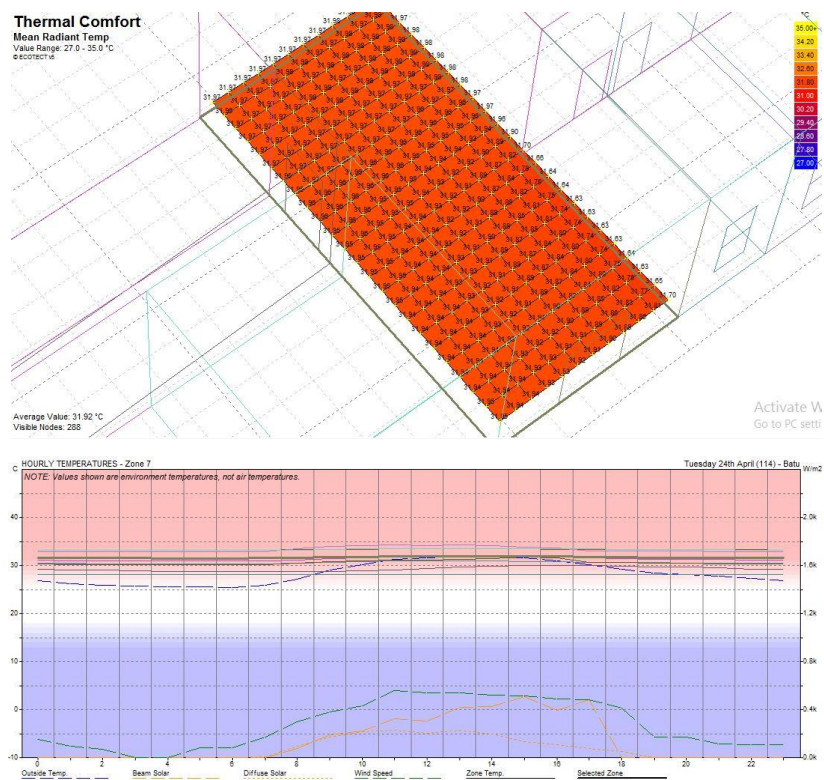
g. Bank BPD



Gambar 4.21

Ruang bank BPD memiliki luas 6m x 6m dan tidak memiliki bukaan menyebabkan suhu ruangan lebih panas daripada suhu luar sepanjang 24 jam.

h. Ruang Tamu

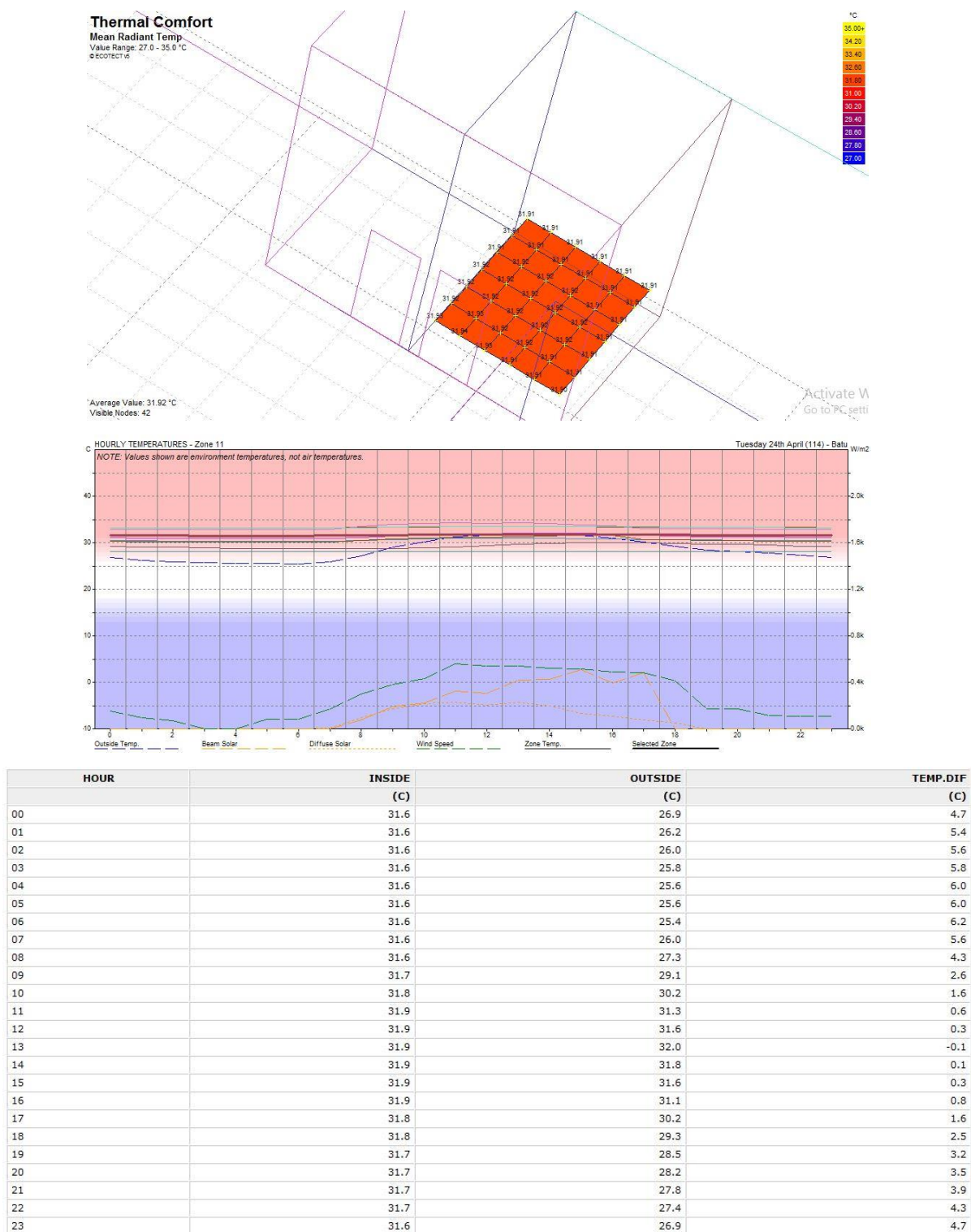


HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP.DIF
	(C)	(C)	(C)
00	31.7	26.9	4.8
01	31.6	26.2	5.4
02	31.6	26.0	5.6
03	31.6	25.8	5.8
04	31.6	25.6	6.0
05	31.6	25.6	6.0
06	31.6	25.4	6.2
07	31.6	26.0	5.6
08	31.7	27.3	4.4
09	31.8	29.1	2.7
10	31.8	30.2	1.6
11	31.9	31.3	0.6
12	31.9	31.6	0.3
13	32.0	32.0	-0.0
14	32.0	31.8	0.2
15	31.9	31.6	0.3
16	31.9	31.1	0.8
17	31.8	30.2	1.6
18	31.8	29.3	2.5
19	31.7	28.5	3.2
20	31.7	28.2	3.5
21	31.7	27.8	3.9
22	31.7	27.4	4.3
23	31.7	26.9	4.8

Gambar 4.22

Ruang tamu memiliki luas 12m x 6m dan tidak memiliki bukaan, namun ruangan ini berbatasan langsung dengan koridor yang luas yang langsung menuju luar bangunan, sehingga penghawaan di dalamnya cukup baik. Ruangan tidak mendinginkan suhu luar sama sekali.

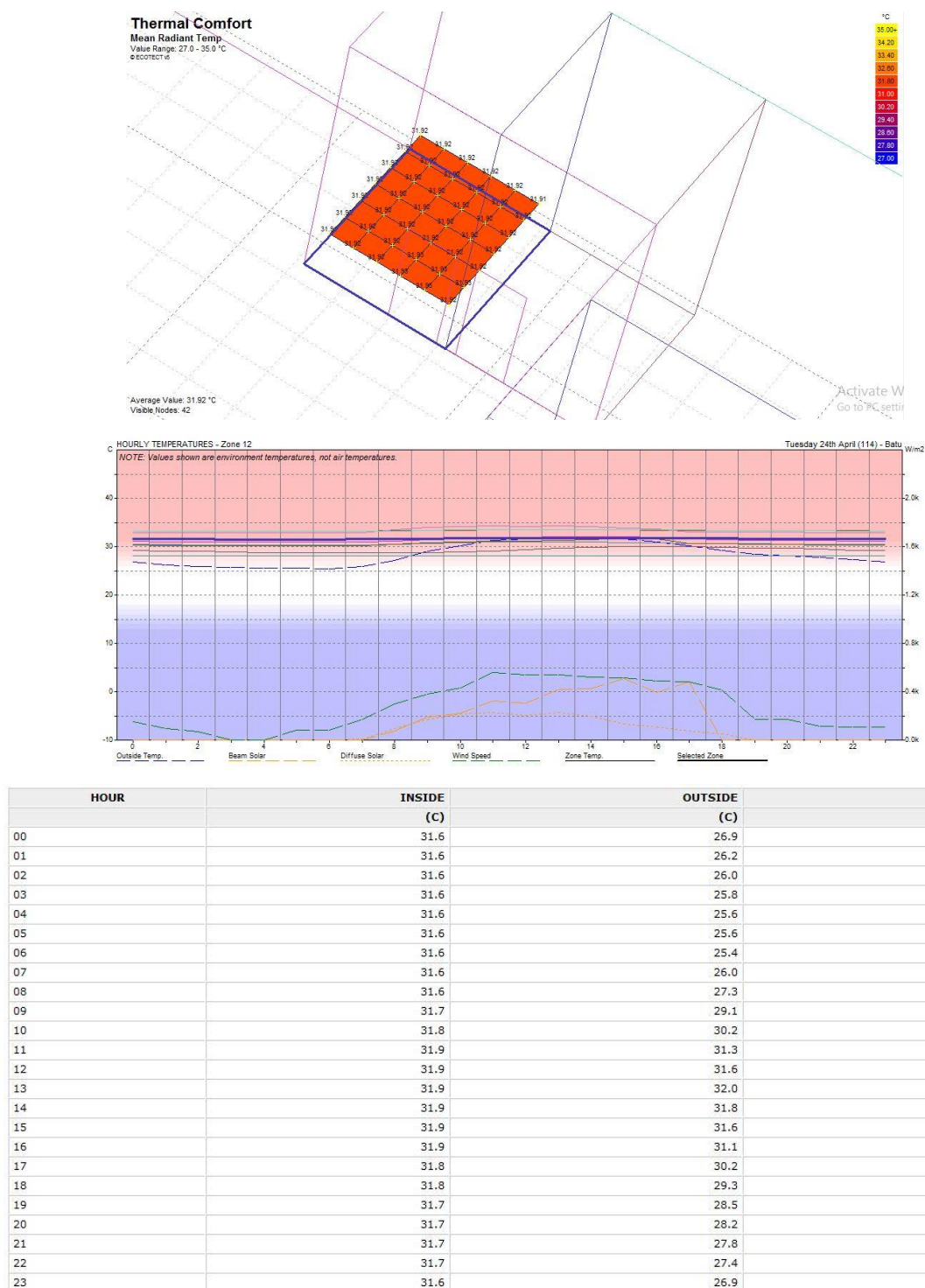
i. Ruang Kepala Bidang 5



Gambar 4.23

Ruang Kepala Bidang 5 tidak memiliki bukaan langsung menuju luar bangunan. Ruangan hanya mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 13.00.

j. Ruang Kepala Bidang 6

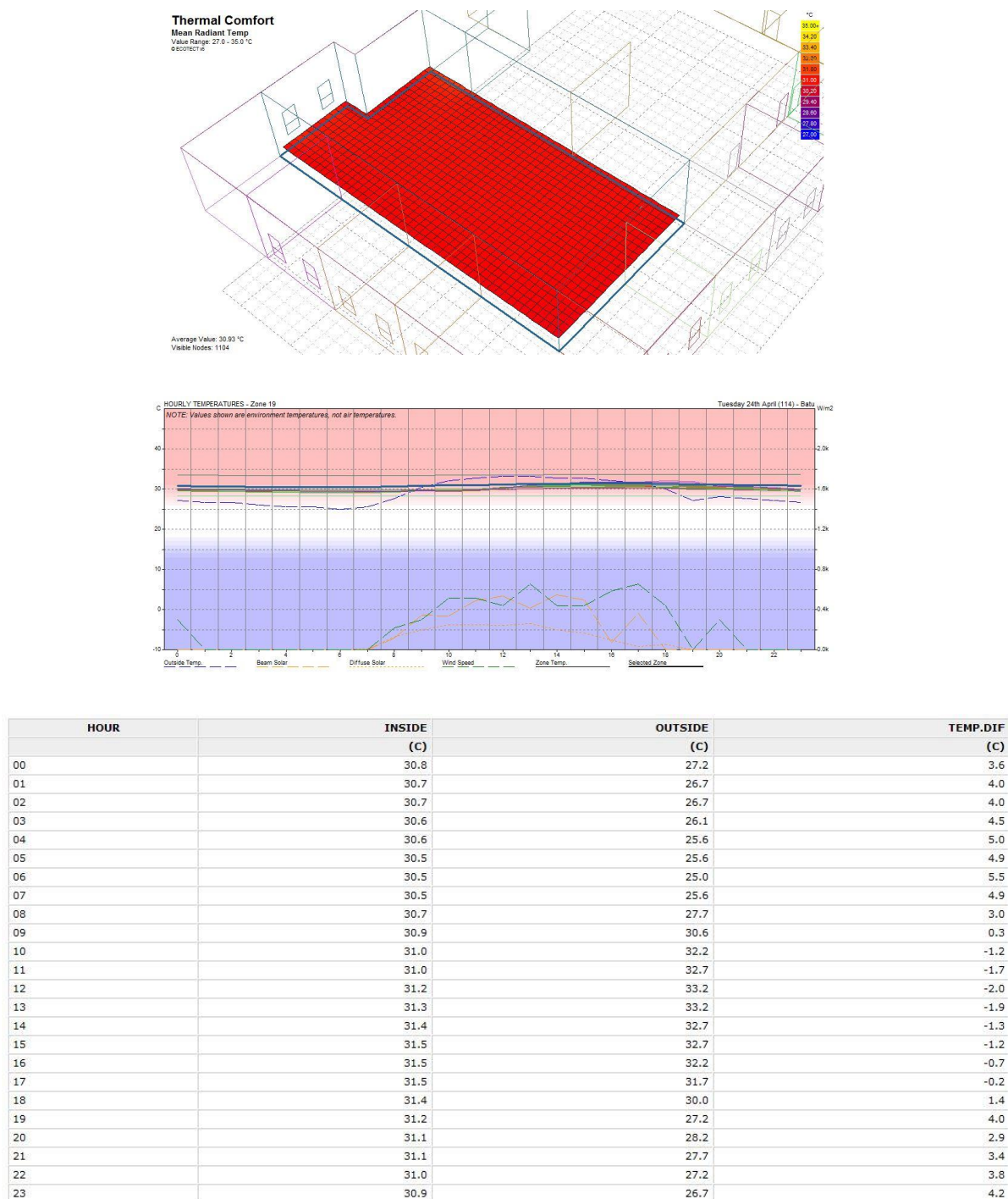


Gambar 4.24

Ruang Kepala Bidang 6 tidak memiliki bukaan langsung menuju luar bangunan. Ruangan hanya mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 13.00.

B. Lantai 2

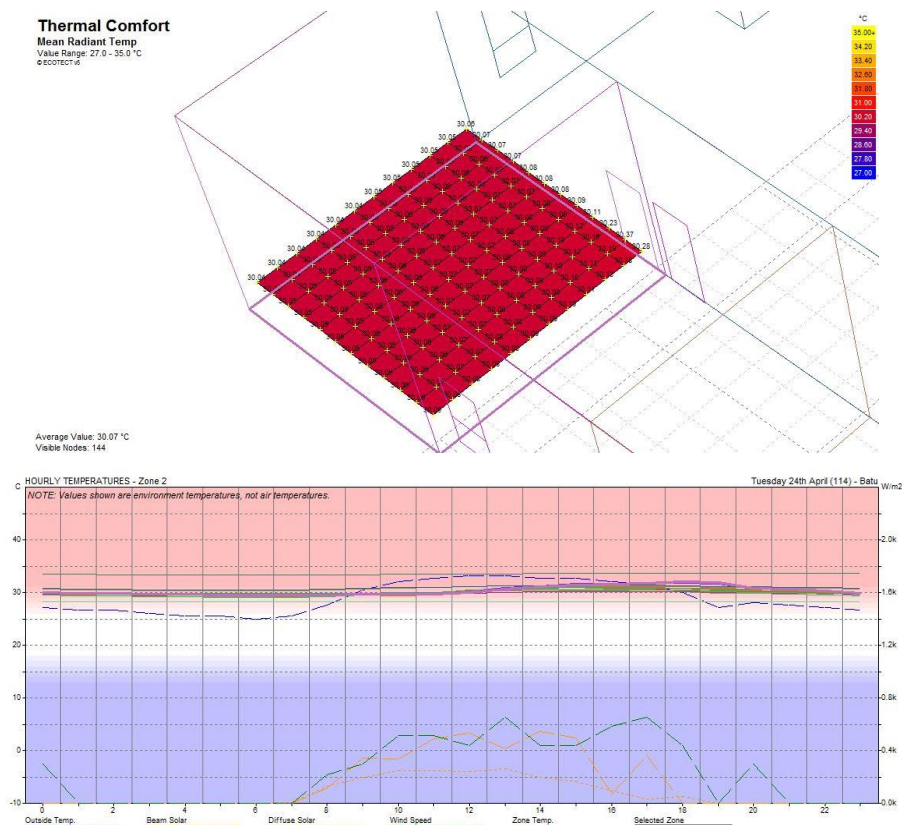
a. Ruang Kerja Dinas Kebersihan dan Pertamanan



Gambar 4.25

Ruang Kerja Dinas Kebersihan dan Pertamanan memiliki bukaan kurang dari standar yaitu sebesar 4 m² (bukaan standar 13,8 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 17.00.

b. Ruang Kepala Dinas Kebersihan dan Pertamanan

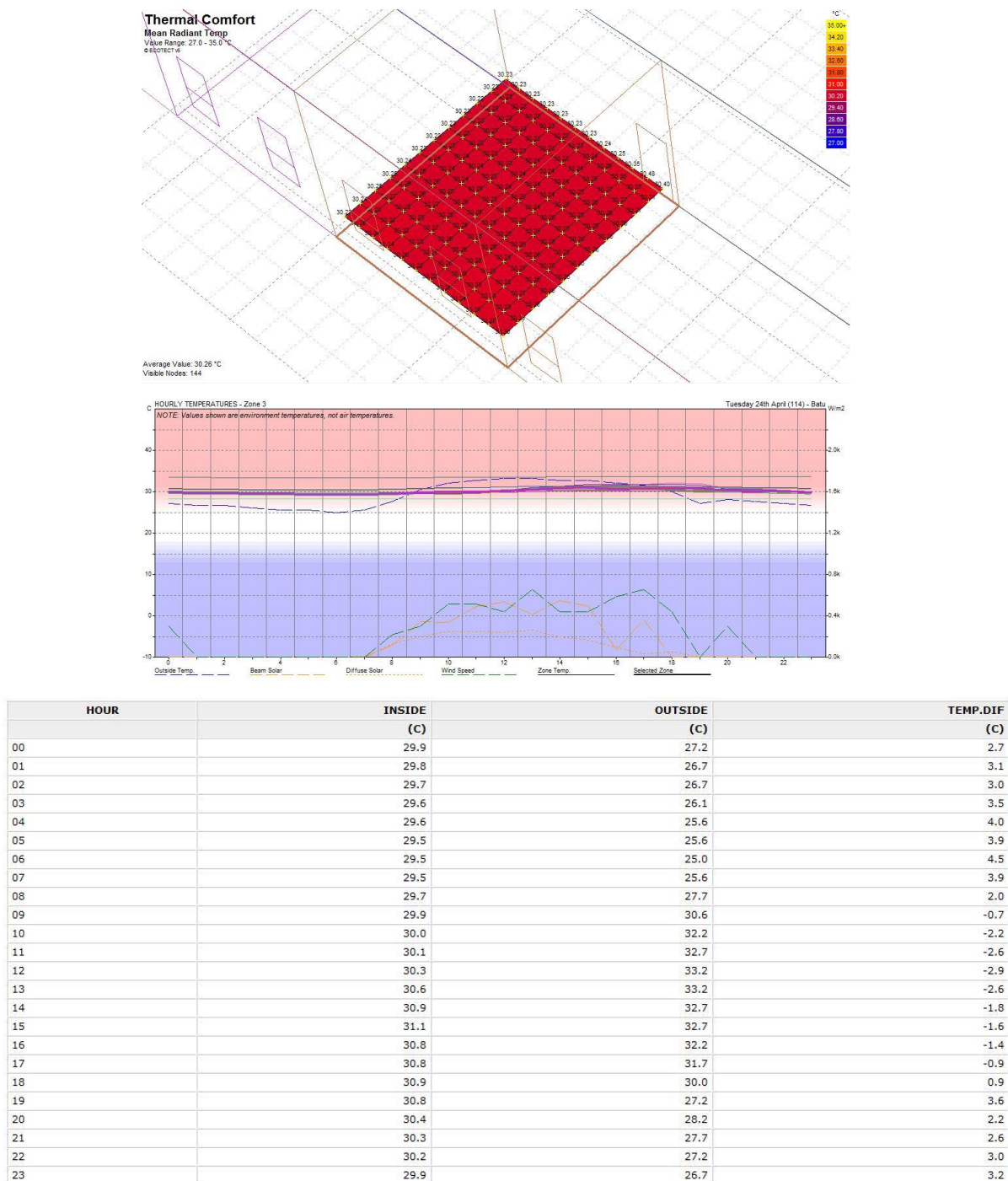


HOUR	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP.DIF (C)
00	30.1	27.2	2.9
01	30.0	26.7	3.3
02	29.9	26.7	3.2
03	29.7	26.1	3.6
04	29.7	25.6	4.1
05	29.7	25.6	4.1
06	29.6	25.0	4.6
07	29.5	25.6	3.9
08	29.6	27.7	1.9
09	29.7	30.6	-0.9
10	29.7	32.2	-2.5
11	29.8	32.7	-2.9
12	30.1	33.2	-3.1
13	30.7	33.2	-2.5
14	31.1	32.7	-1.6
15	31.4	32.7	-1.3
16	31.7	32.2	-0.5
17	31.9	31.7	0.2
18	32.1	30.0	2.1
19	32.0	27.2	4.8
20	30.9	28.2	2.7
21	30.6	27.7	2.9
22	30.4	27.2	3.2
23	29.9	26.7	3.2

Gambar 4.26

Ruang Kepala Dinas Kebersihan dan Pertamanan tidak memiliki bukaan langsung menuju luar bangunan. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 16.00.

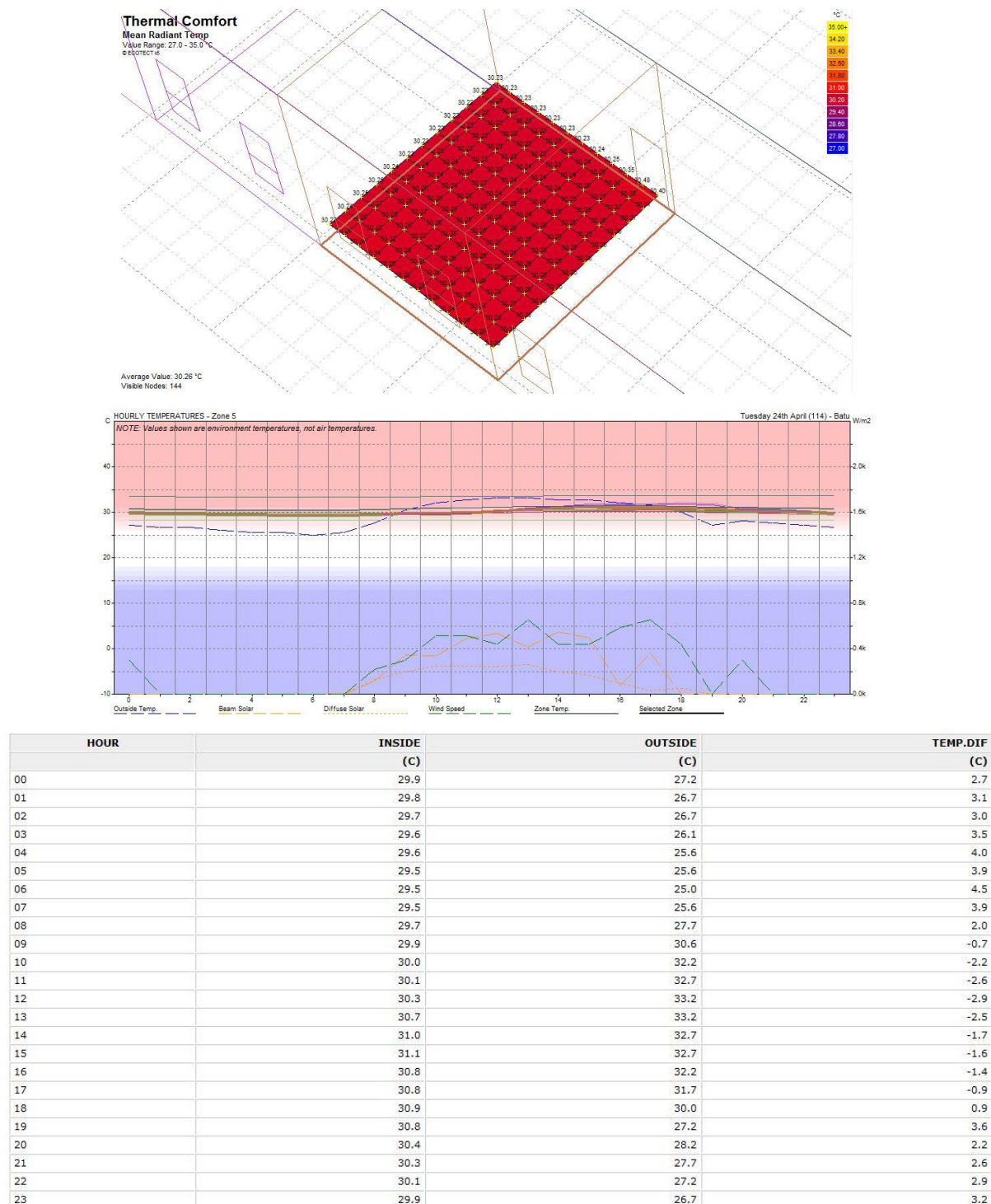
c. Bagian Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan



Gambar 4.27

Ruang Bagian Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan memiliki bukaan sesuai standar yaitu 4 m² (standar bukaan 1,8 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 17.00.

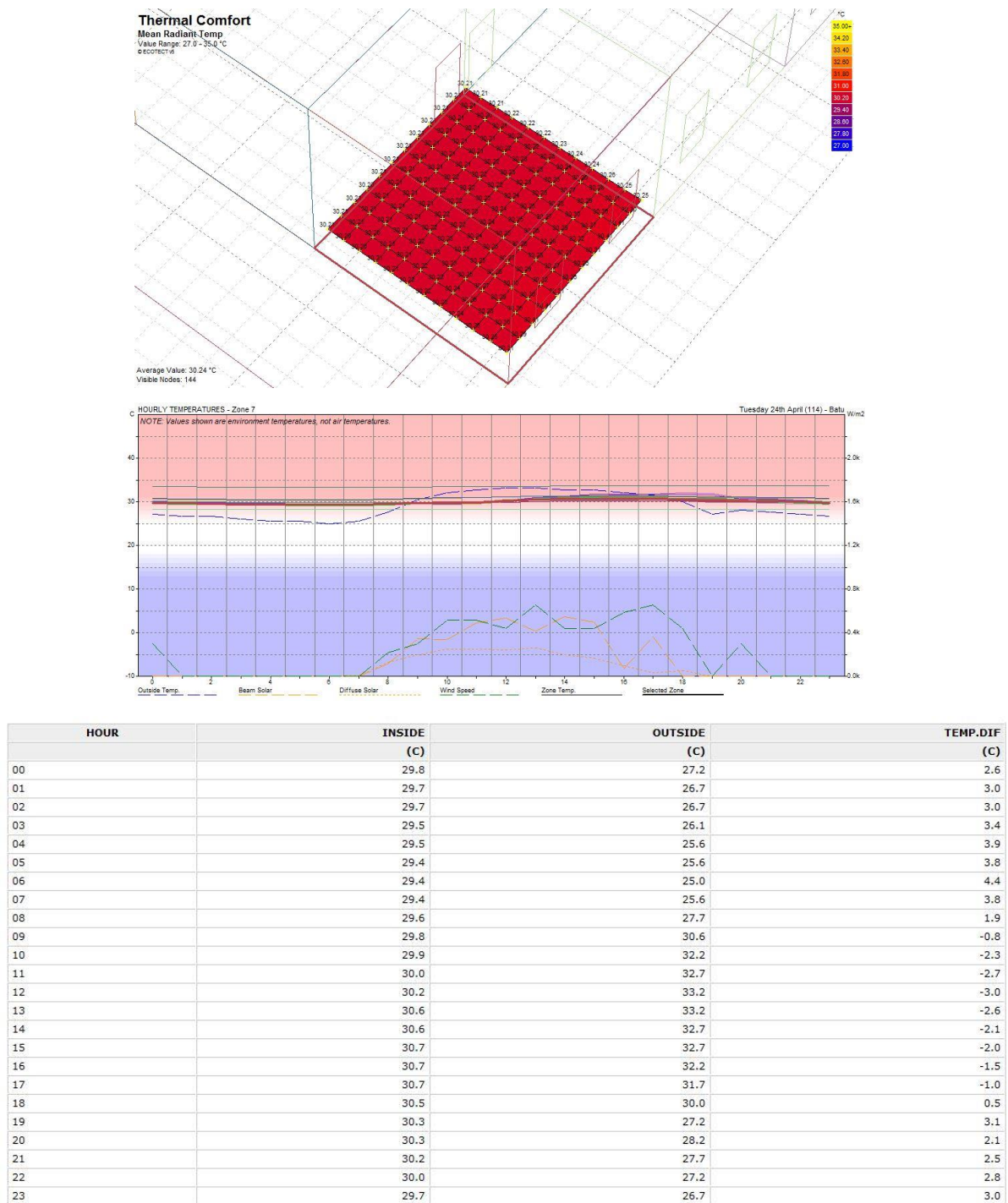
d. Bagian Kebersihan dan Pertamanan



Gambar 4.28

Ruang Bagian Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan juga memiliki bukaan sesuai standar yaitu 4 m² (standar bukaan 1,8 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 17.00.

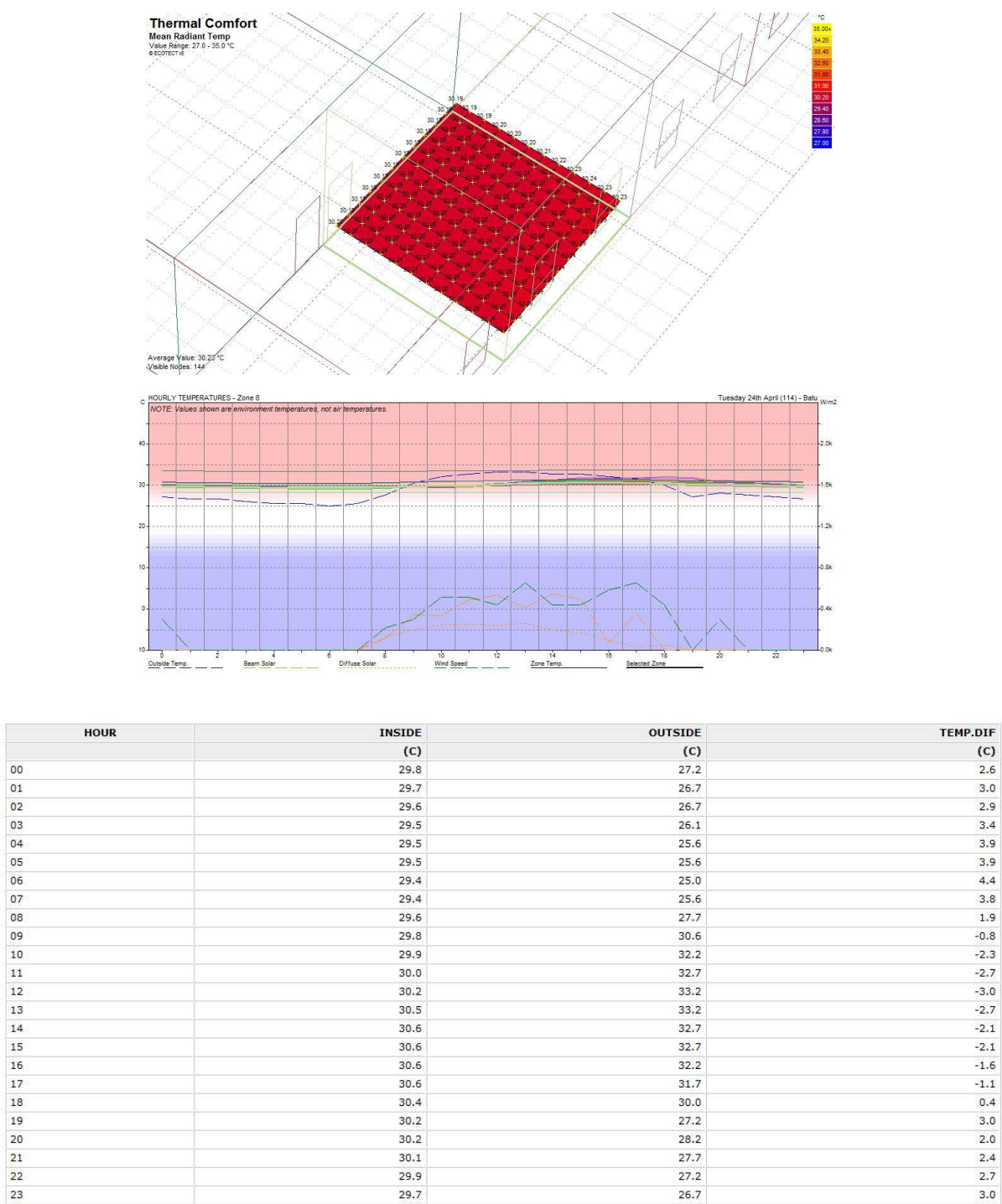
e. Ruang Sekretaris Dinas Kebersihan dan Pertamanan



Gambar 4.29

Ruang Sekretaris Dinas Kebersihan dan Pertamanan memiliki bukaan sesuai standar yaitu 4 m² menghadap ke arah selatan (standar bukaan 1,8 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 17.00.

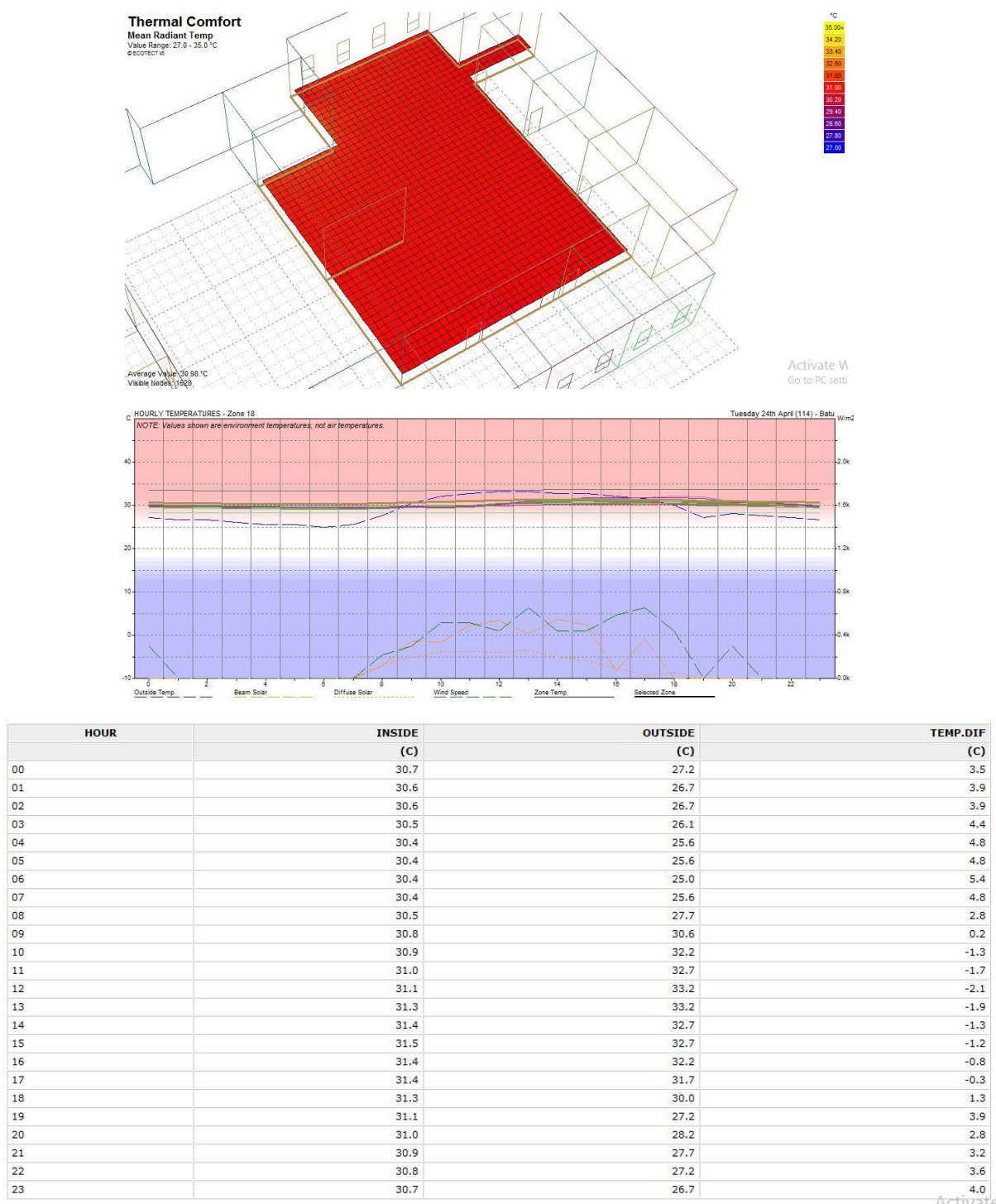
f. Bidang Tata Ruang Dinas Kebersihan dan Pertamanan



Gambar 4.30

Bidang Tata Ruang Dinas Kebersihan dan Pertamanan memiliki bukaan sesuai standar yaitu 4 m² menghadap ke arah selatan (standar bukaan 1,8 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 17.00.

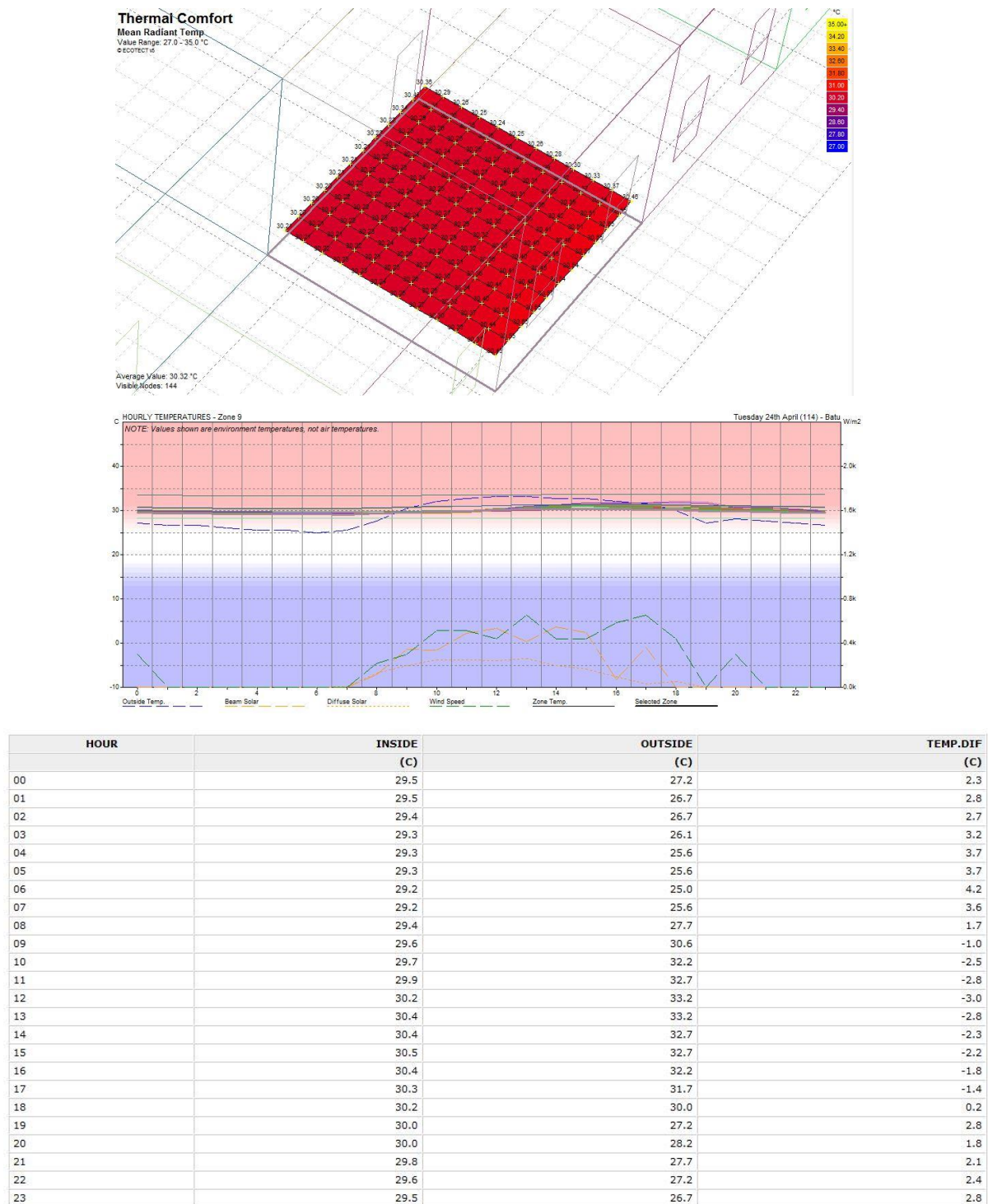
g. Ruang Kerja Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang



Gambar 4.31

Ruang Kerja Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang memiliki bukaan kurang dari standar yaitu 16 m^2 (standar bukaan $19,8 \text{ m}^2$). Karena selisihnya tidak jauh berbeda maka ruangan masih dapat mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai pukul 17.00.

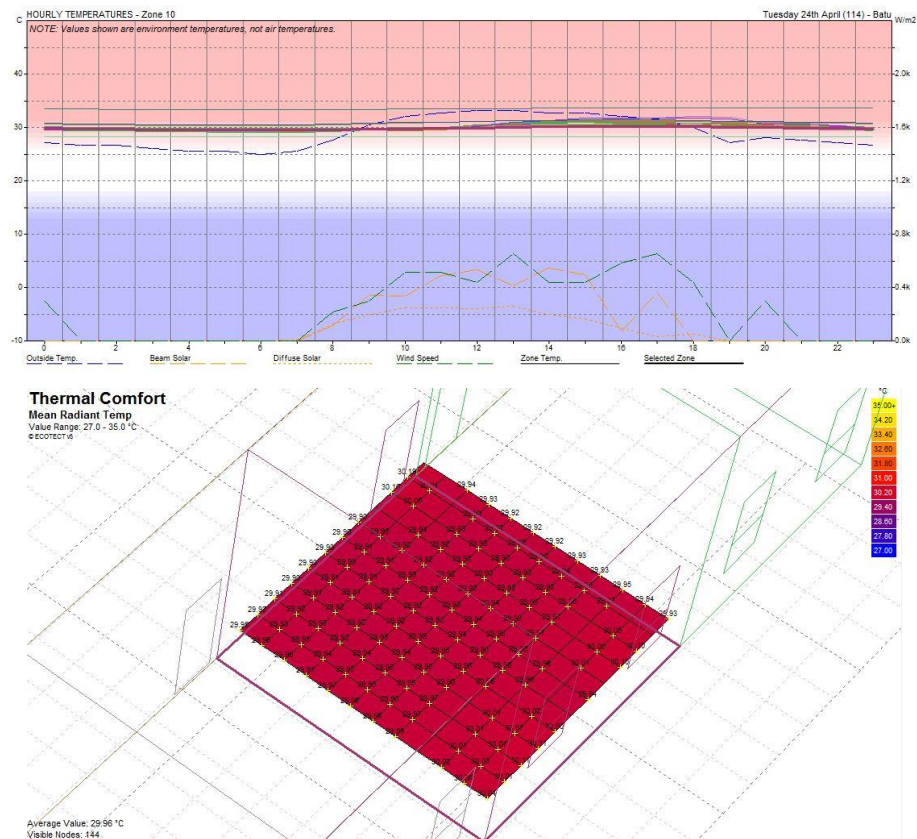
h. Bidang Tata Ruang Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang



Gambar 4.32

Bidang Tata Ruang Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang memiliki bukaan sesuai standar yaitu 4 m² menghadap ke arah selatan (standart bukaan 1,8 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 17.00.

i. Ruang Sekretaris Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang

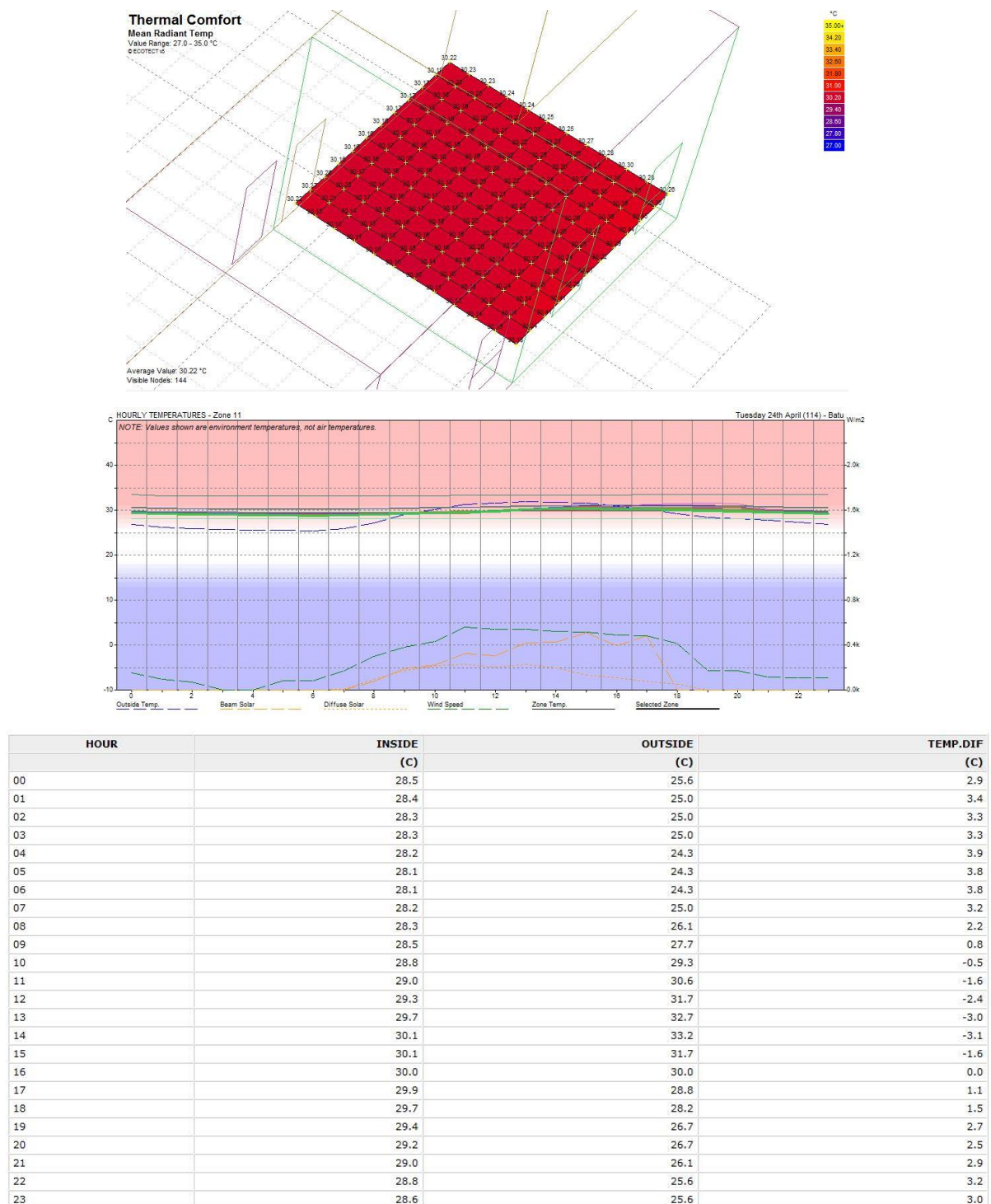


HOURLY TEMPERATURES - Zone 10	Tuesday 24th April (114) - Batu Wlm2			
NOTE: Values shown are environment temperatures, not air temperatures.				
Hour	Beam Solar	Diffuse Solar	Wind Speed	Zone Temp.
00	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.0	0.0	0.0	0.0
02	0.0	0.0	0.0	0.0
03	0.0	0.0	0.0	0.0
04	0.0	0.0	0.0	0.0
05	0.0	0.0	0.0	0.0
06	0.0	0.0	0.0	0.0
07	0.0	0.0	0.0	0.0
08	0.0	0.0	0.0	0.0
09	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.33

Ruang Sekretaris Dinas Cipta Karya memiliki bukaan sesuai standar yaitu 4 m² menghadap ke arah selatan (standart bukaan 1,8 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 17.00

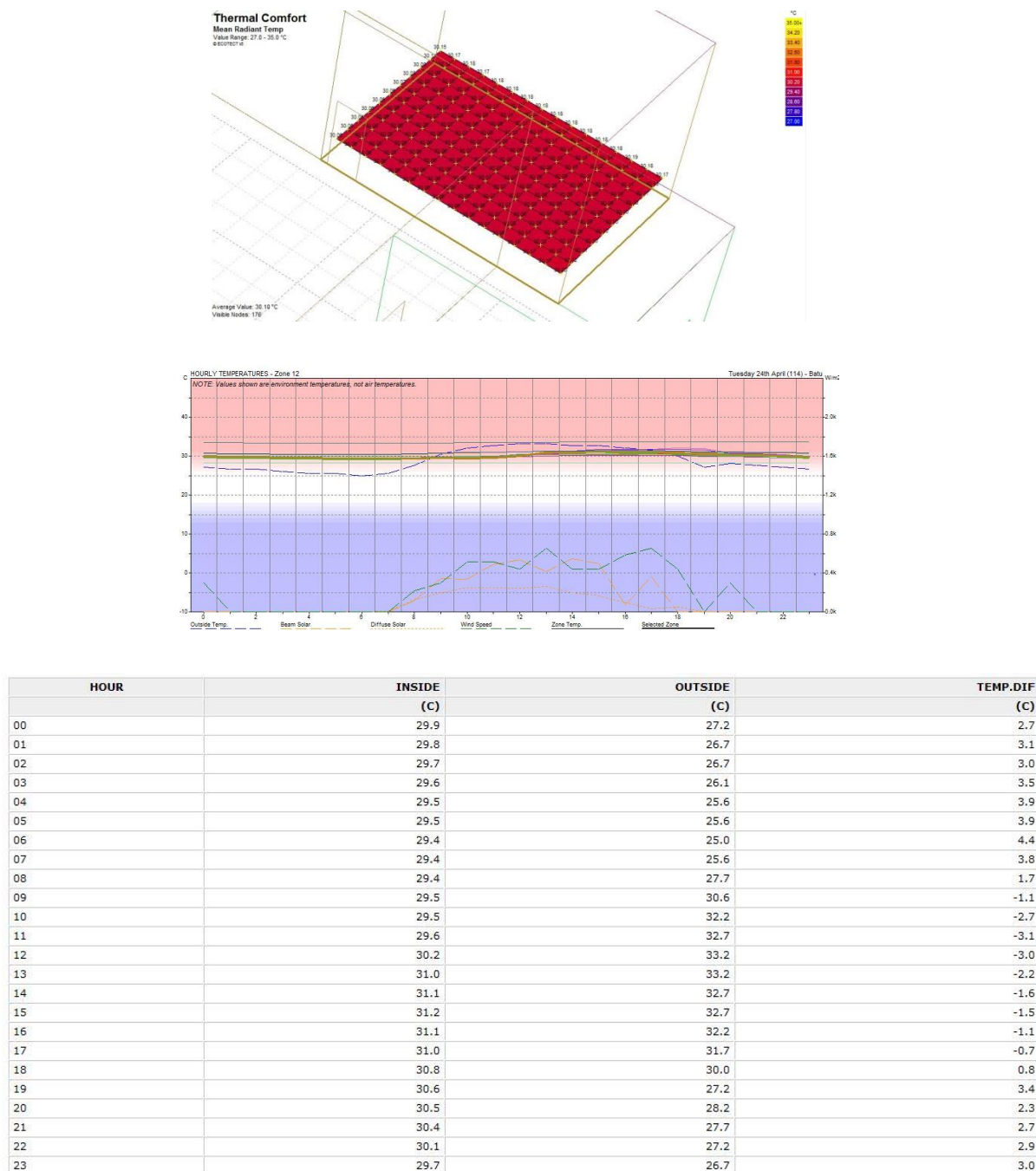
j. Ruang Subbag Keuangan Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang



Gambar 4.34

Ruang Subbag Keuangan Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang memiliki bukaan sesuai standar yaitu 4 m² menghadap ke arah selatan (standart bukaan 1,8 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 17.00

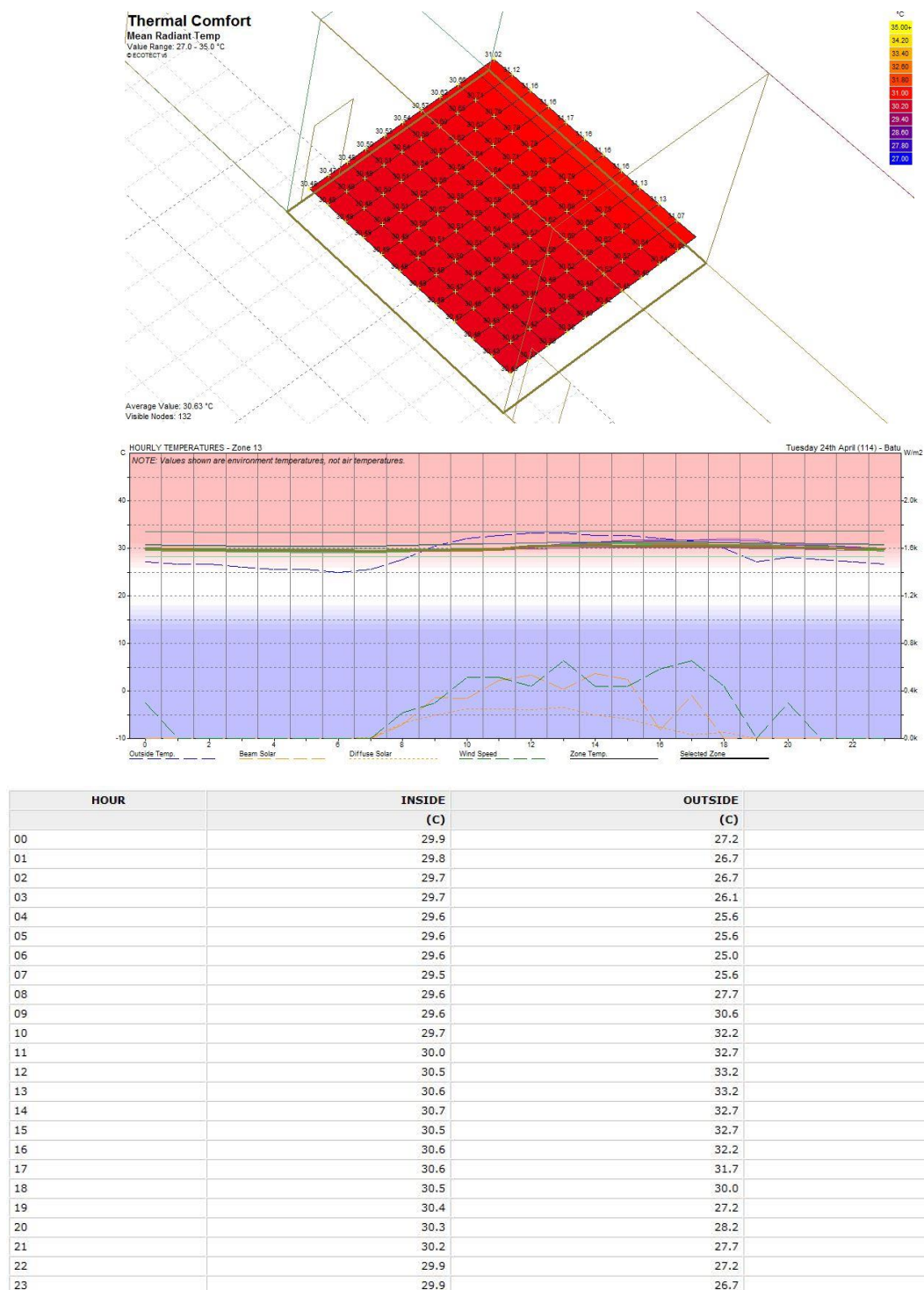
k. Ruang Kepala Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang



Gambar 4.35

Ruang Kepala Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang tidak memiliki bukaan menuju keluar bangunan namun ruangan dapat mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 hingga pukul 17.00.

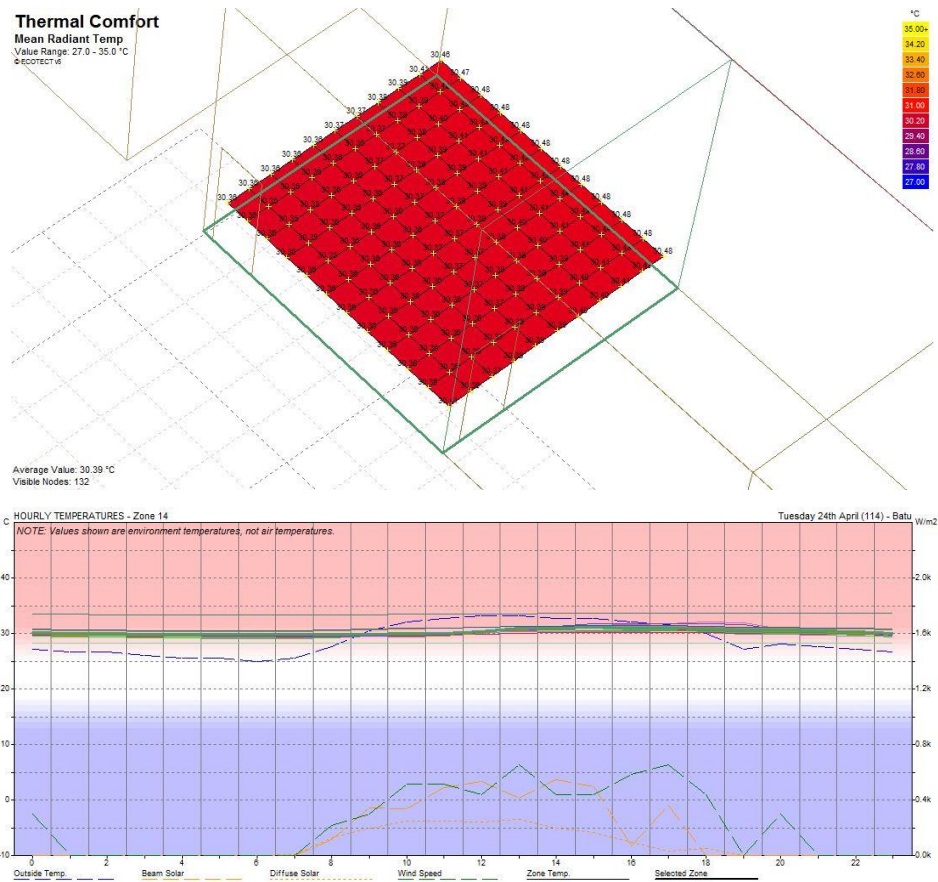
1. Meeting Room



Gambar 4.36

Meeting room tidak memiliki bukaan menuju keluar bangunan namun ruangan dapat mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 hingga pukul 17.00.

m. Lobby Meeting Room



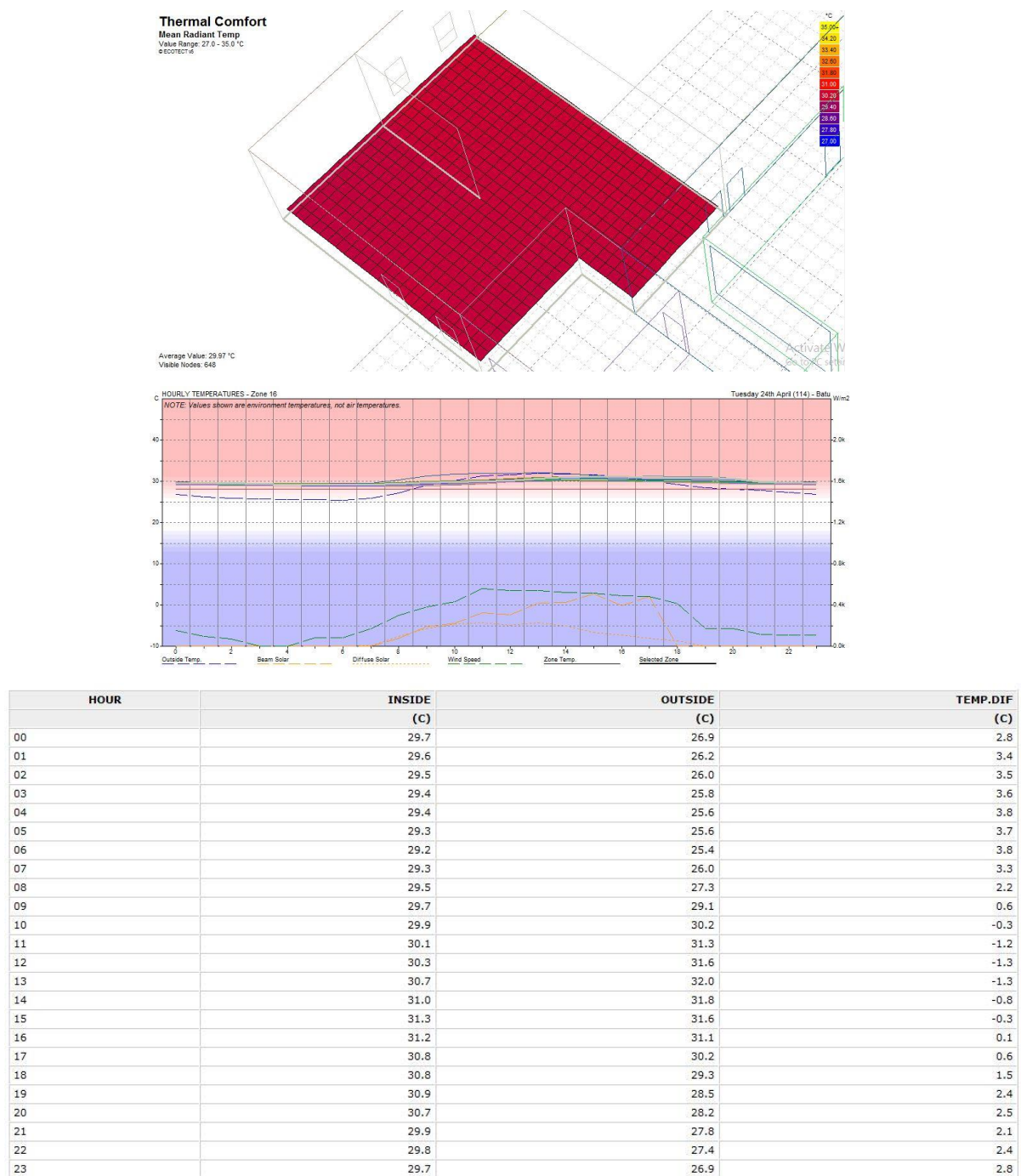
HOUR	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP.DIF (C)
00	30.2	27.2	3.0
01	30.1	26.7	3.4
02	30.1	26.7	3.4
03	30.0	26.1	3.9
04	30.0	25.6	4.4
05	29.9	25.6	4.3
06	29.9	25.0	4.9
07	29.8	25.6	4.2
08	29.9	27.7	2.2
09	30.0	30.6	-0.6
10	30.0	32.2	-2.2
11	30.1	32.7	-2.6
12	30.5	33.2	-2.7
13	31.1	33.2	-2.1
14	31.1	32.7	-1.6
15	31.2	32.7	-1.5
16	31.1	32.2	-1.1
17	31.0	31.7	-0.7
18	30.9	30.0	0.9
19	30.7	27.2	3.5
20	30.7	28.2	2.5
21	30.6	27.7	2.9
22	30.4	27.2	3.2
23	30.1	26.7	3.4

Gambar 4.37

Lobby meeting room tidak memiliki bukaan menuju keluar bangunan namun ruangan dapat mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 hingga pukul 17.00.

C. Lantai 3

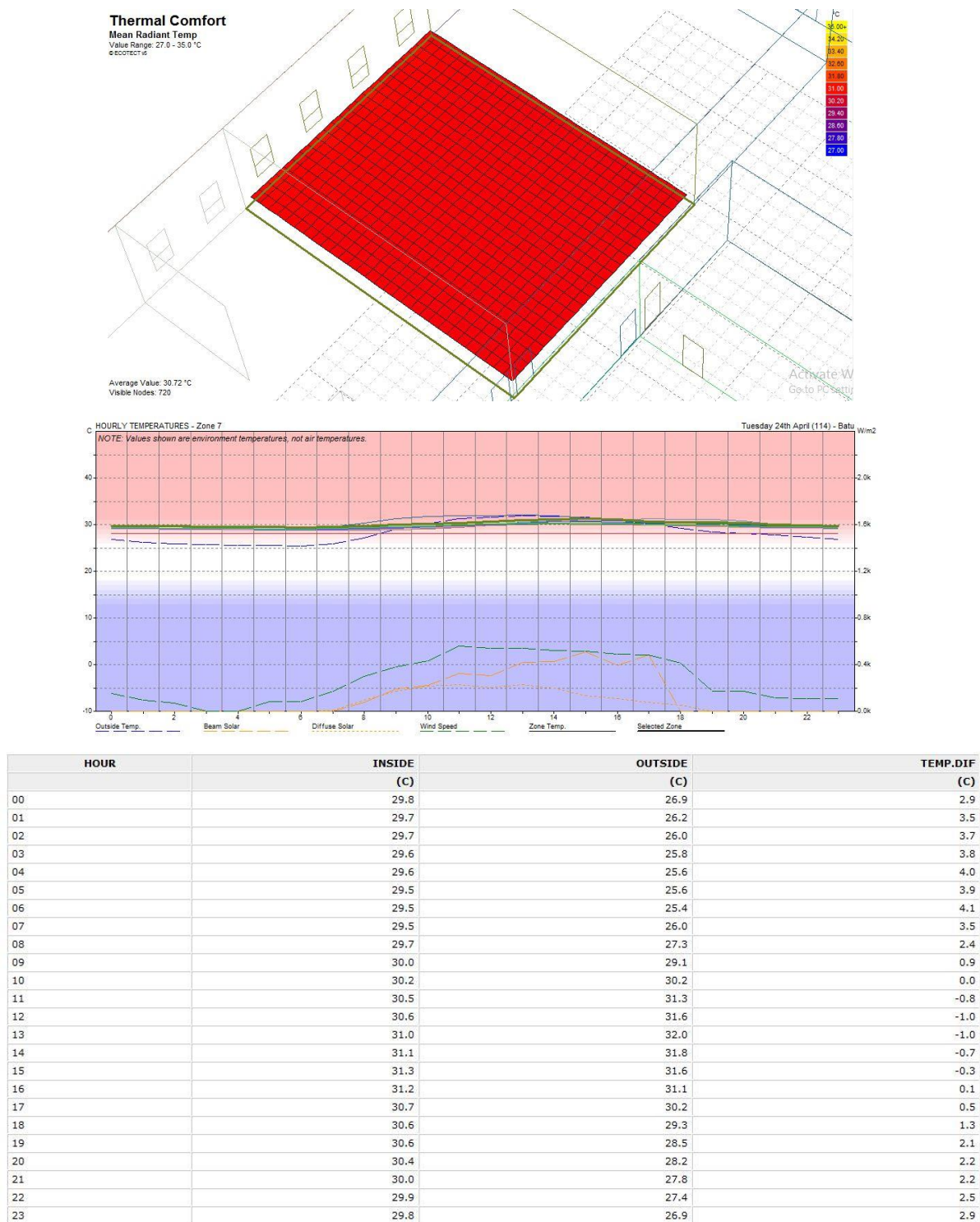
a. Ruang Bidang SDA



Gambar 4.38

Ruang Bidang SDA memiliki total luas bukaan hampir sesuai dengan standar yaitu 8 m² (standar bukaan 8,1 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar selama pukul 10.00 hingga 15.00.

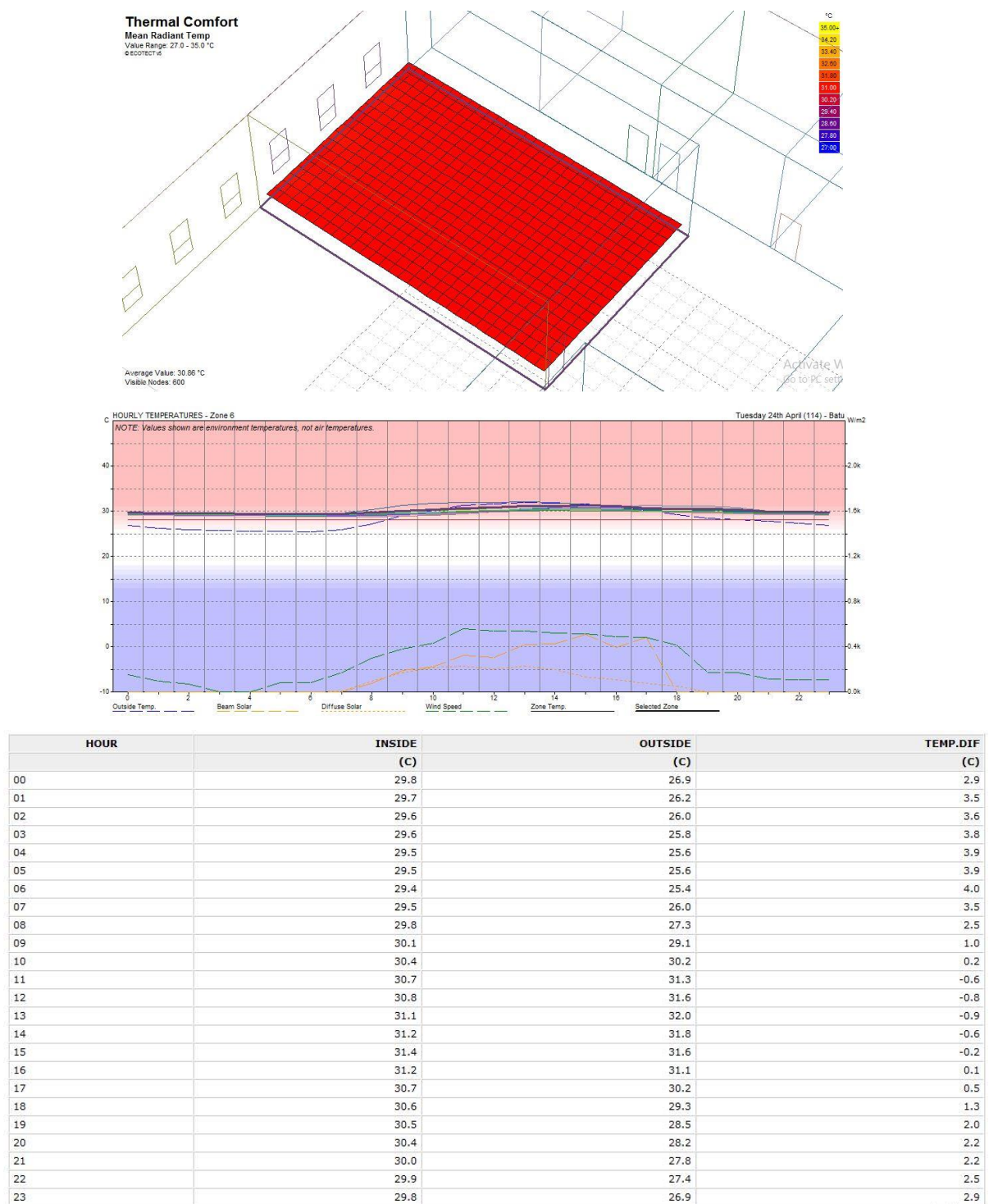
b. Ruang Bidang Bina Marga



Gambar 4.39

Ruang Bidang Bina Marga memiliki total luas bukaan kurang dari standar yaitu sebesar 4 m² (standar bukaan 8,4 m²) sehingga ruangan hanya mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 11.00 hingga 15.00.

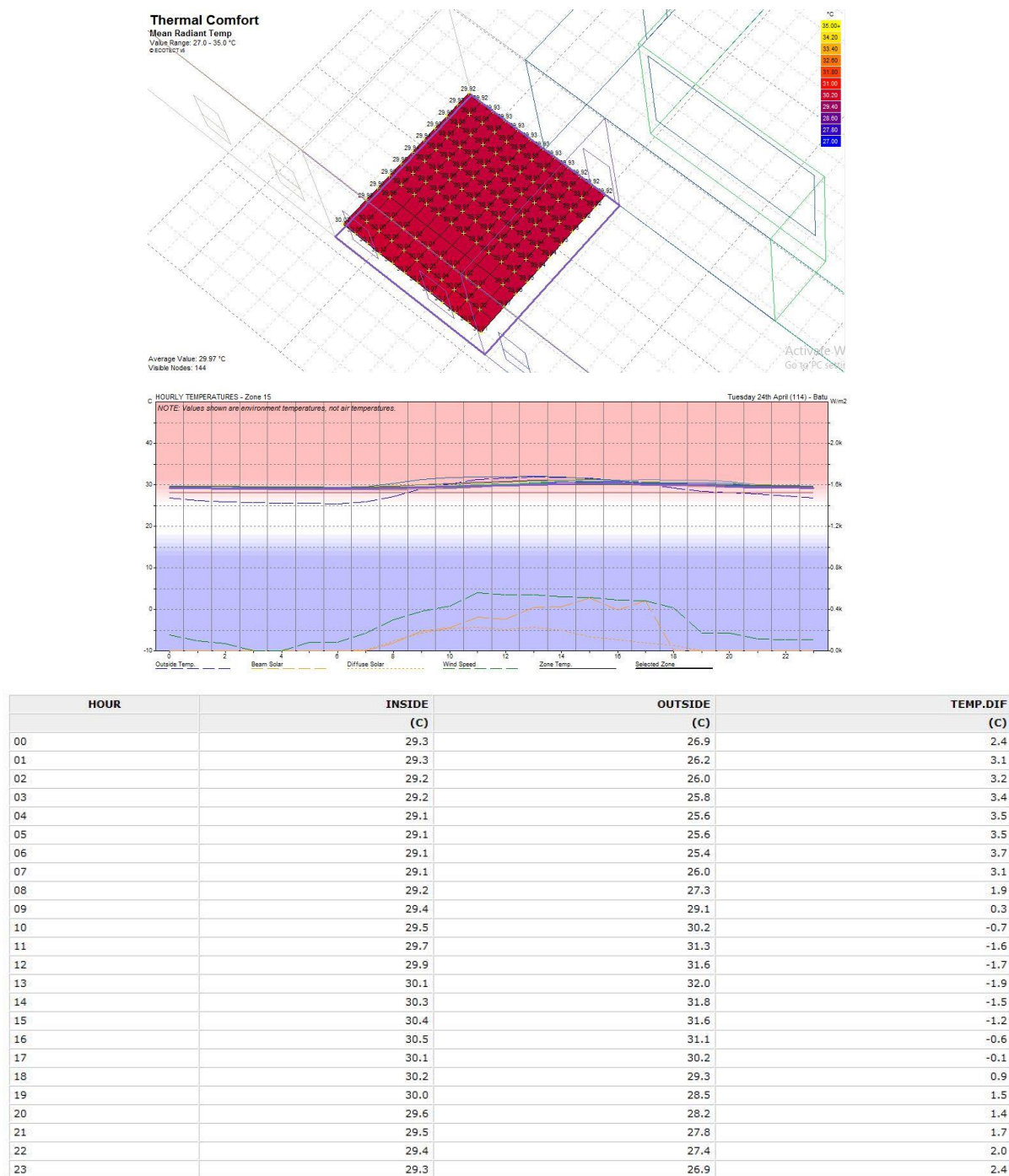
c. Ruang Bidang PJU



Gambar 4.40

Ruang Bidang PJU memiliki total luas bukaan kurang dari standar yaitu sebesar 6 m² (standar bukaan 8,4 m²) sehingga ruangan hanya mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 11.00 hingga 15.00.

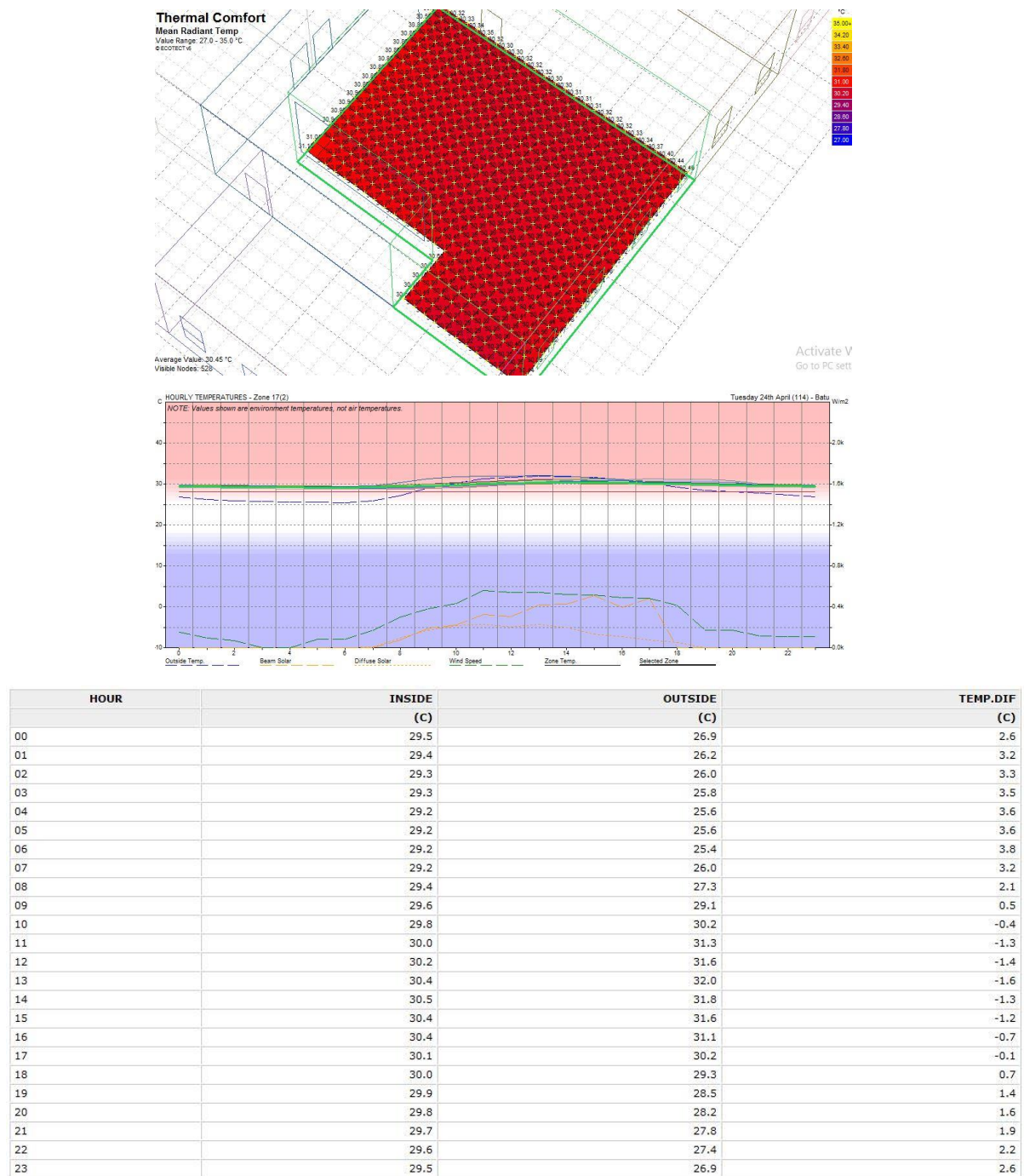
d. Ruang UPTD Peralatan



Gambar 4.41

Ruang UPTD Peralatan memiliki bukaan sesuai standar yaitu 4 m² menghadap ke arah selatan (standart bukaan 1,8 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 17.00.

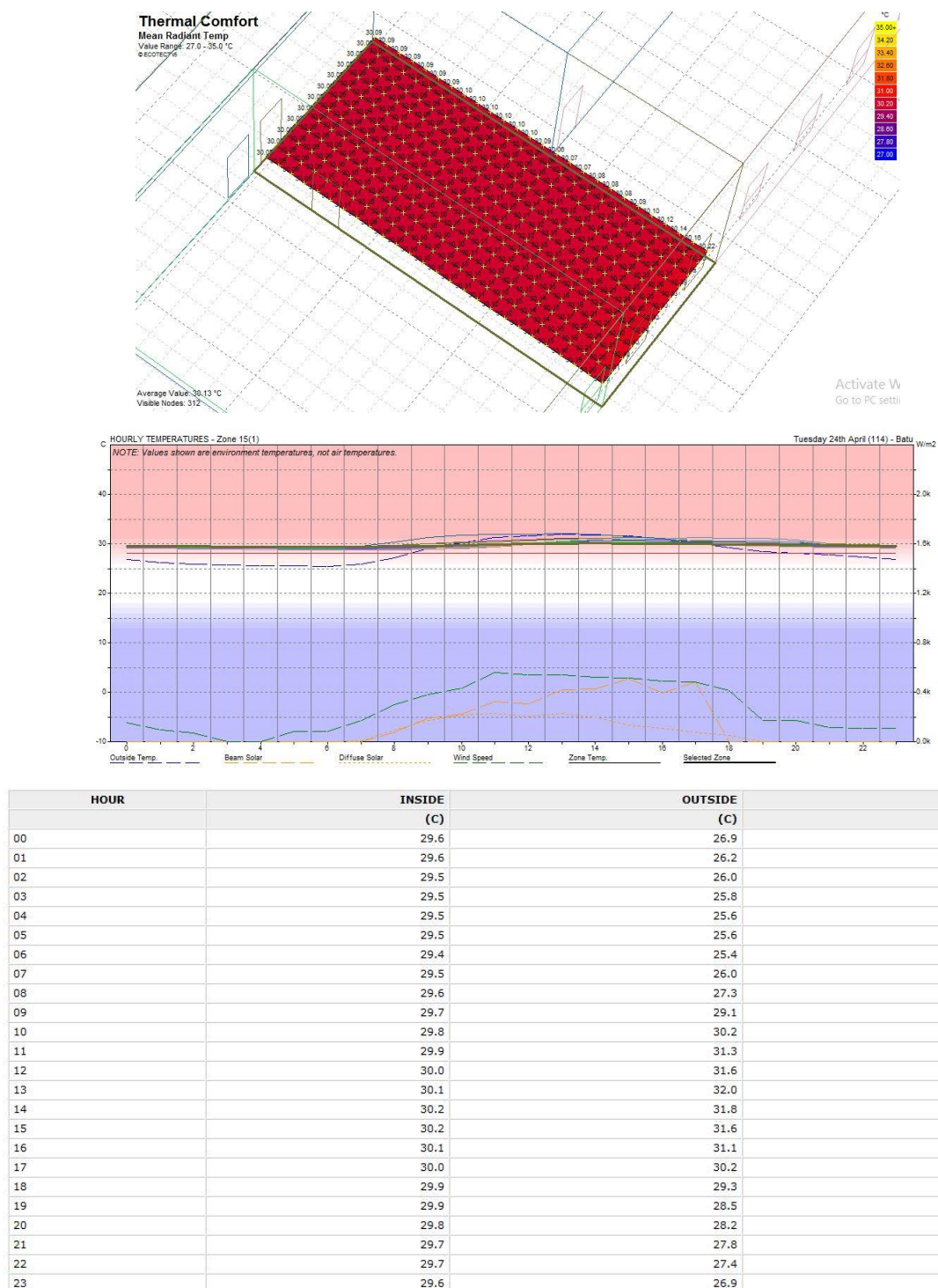
e. Ruang Sekretariat



Gambar 4.42

Ruang Sekretariat memiliki bukaan sesuai standar yaitu 8 m² menghadap ke arah selatan (standart bukaan 6,66 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 17.00.

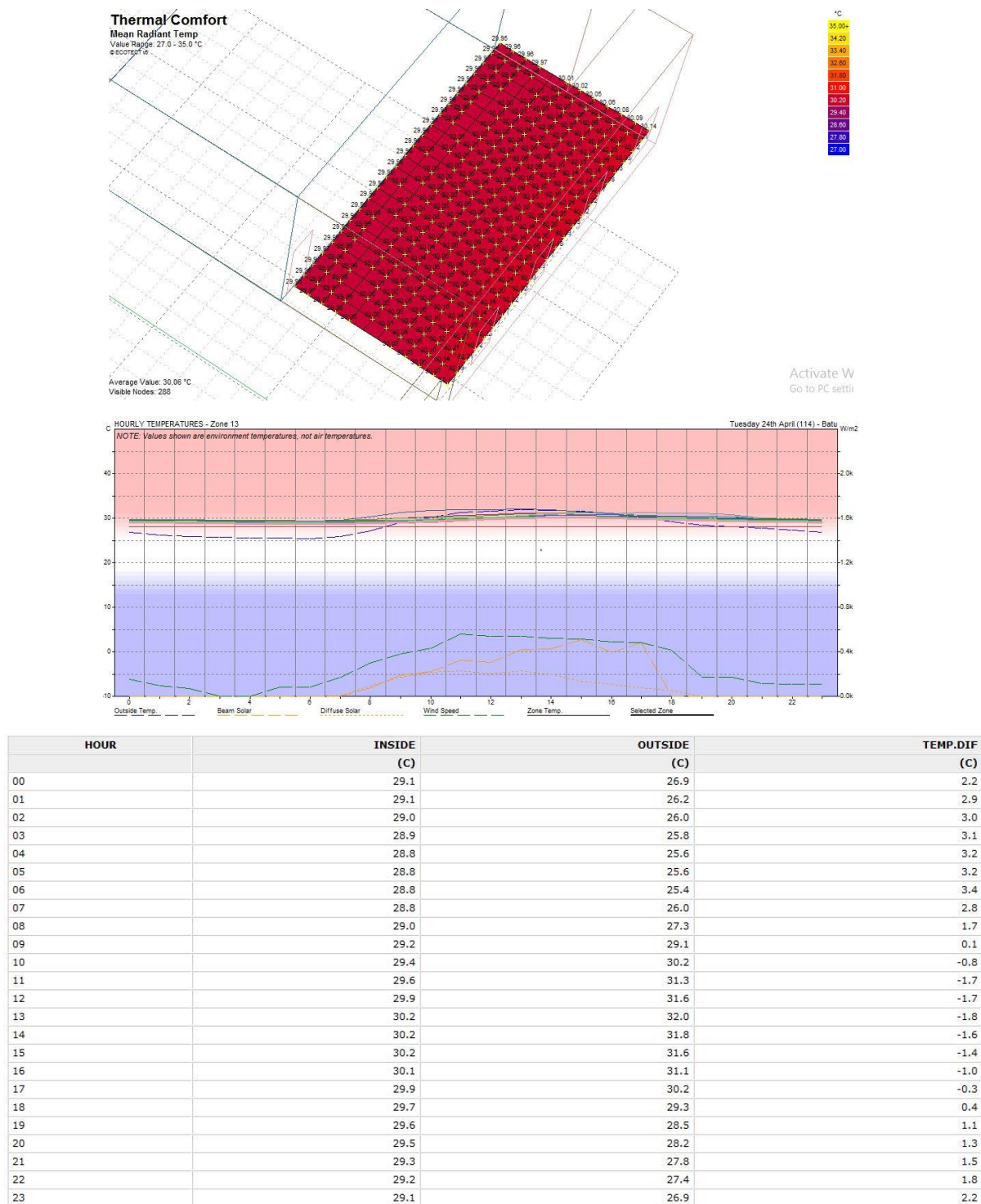
f. Ruang Sekretaris



Gambar 4.43

Ruang Sekretariat memiliki bukaan sesuai standar yaitu 4 m² menghadap ke arah selatan (standart bukaan 3,84 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 16.00.

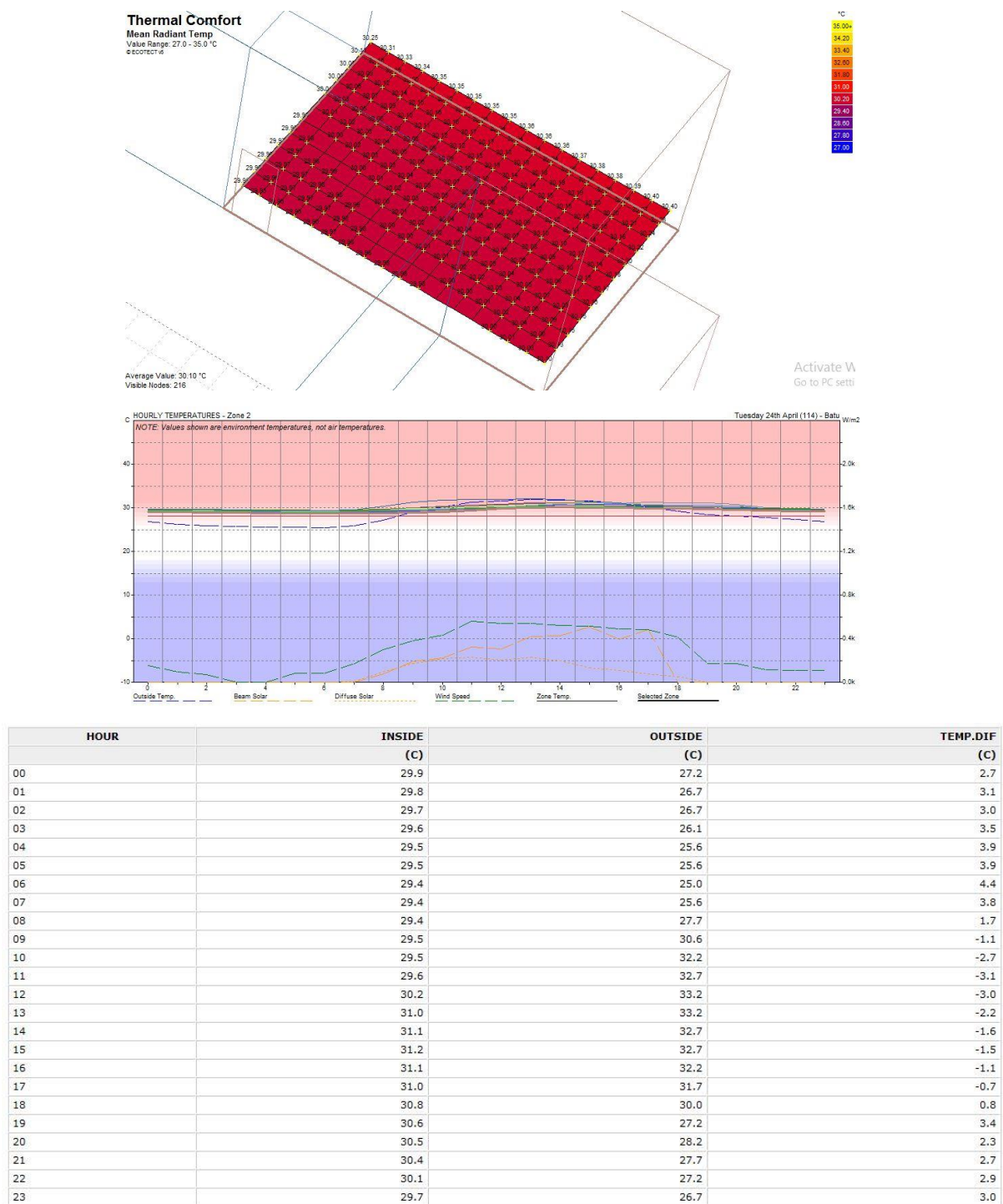
g. Ruang Meeting



Gambar 4.44

Ruang meeting memiliki bukaan sesuai standar yaitu 8 m² menghadap ke arah selatan (standart bukaan 3,6 m²). Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 17.00.

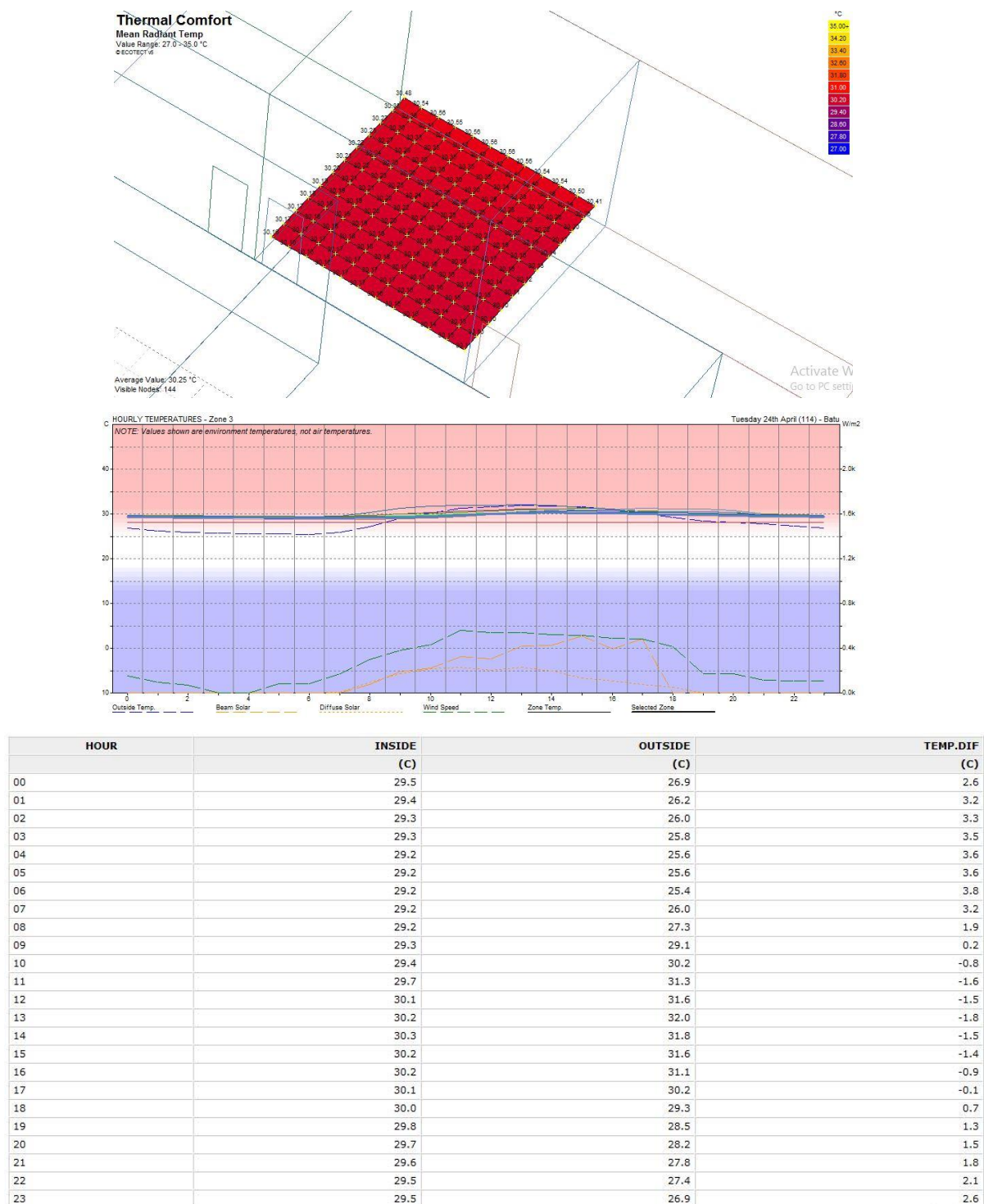
h. Ruang Kepala Dinas



Gambar 4.45

Ruang Kepala Dinas tidak memiliki bukaan menuju ke arah luar sama sekali namun ruangan dapat mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 17.00.

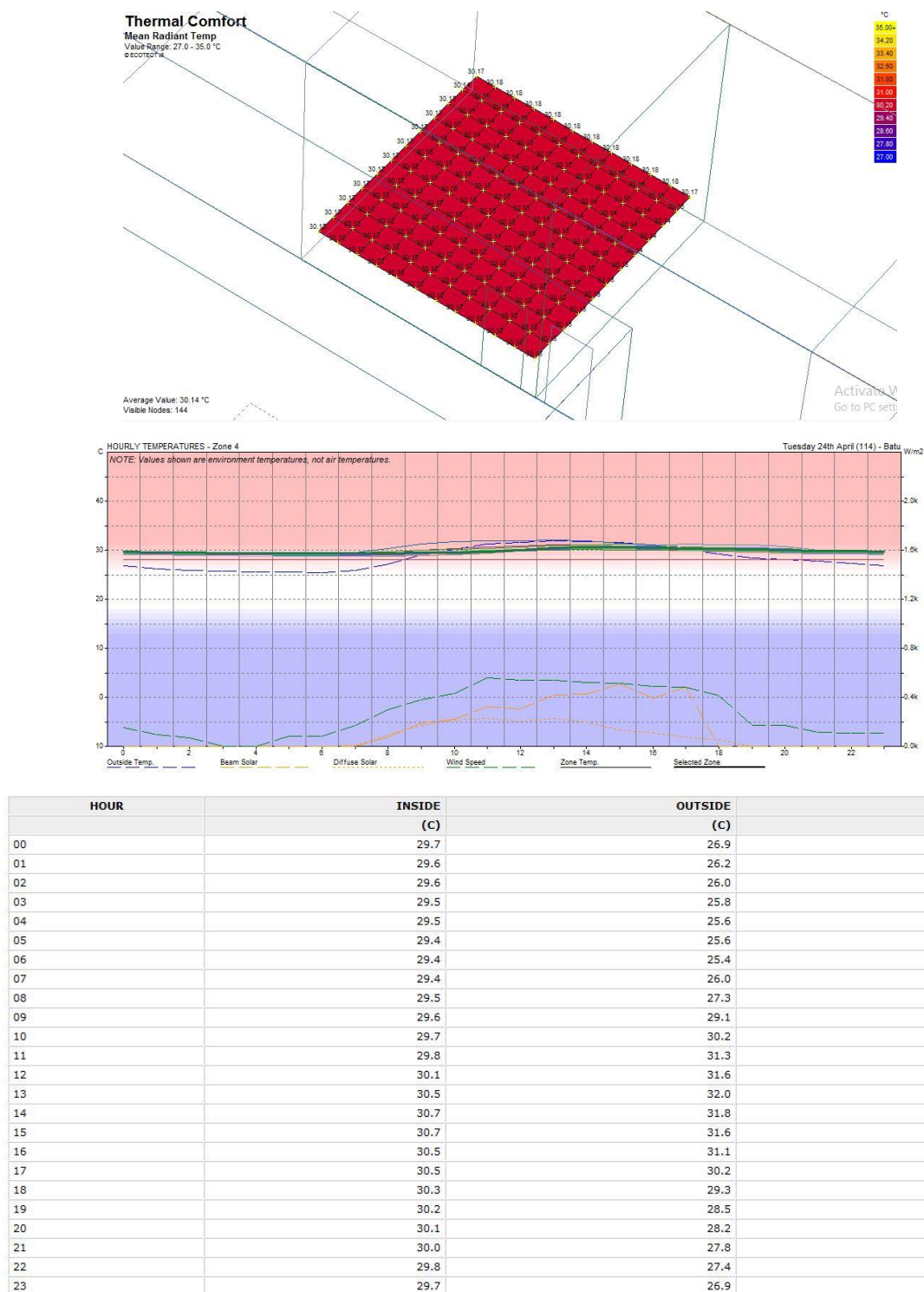
i. Ruang Tamu Kepala Dinas



Gambar 4.46

Ruang Tamu Kepala Dinas tidak memiliki bukaan menuju ke arah luar sama sekali namun ruangan dapat mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 17.00.

j. Ruang Subbag Keuangan



Gambar 4.47

Ruang Subbag Keuangan tidak memiliki bukaan menuju ke arah luar sama sekali namun ruangan dapat mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 16.00.

4.6 Validasi Simulasi Pengukuran

Untuk memastikan hasil simulasi software Autodesk Ecotect Analysis 2011 sesuai dengan hasil pengukuran, maka perbedaan suhu antara hasil pengukuran dan simulasi tidak boleh lebih dari 10%.

$$\text{Nilai Deviasi} = \frac{\text{Perbedaan suhu rata-rata bangunan hasil pengukuran dan simulasi}}{\text{Suhu rata-rata bangunan hasil pengukuran}}$$

Suhu rata-rata bangunan hasil pengukuran 24 April 2017 pukul 13.00

$$= 29,6 + 29,4 + 28,8 + 30,2 + 30,1 + 28,8 + 28,9 + 29,0 + 28,8 + 29,1 + 29,0 + 29,3 + 29,4 \\ + 29,3 + 28,8 + 28,2 + 28,8 + 28,9 + 28,7 + 28,8 + 28,7 + 28,4 + 28,4 + 28,6 + 28,5 + 29,0 \\ + 28,9 + 29,1 + 28,8 + 28,9 + 28,9 + 28,9 + 29,6 + 28,9$$

34

$$= 985,5 / 34$$

$$= 28,99 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Suhu rata-rata bangunan hasil simulasi 24 April 2017 pukul 13.00

$$= 31,9 + 31,9 + 31 + 31 + 32 + 31,9 + 31,9 + 30,7 + 33,6 + 33,5 + 32,1 + 30,7 + 30,6 + \\ 30,7 + 30,6 + 30,5 + 30,4 + 30,1 + 29,7 + 31 + 30,6 + 31,1 + 31,3 + 31,3 + 30,7 + 30,1 + \\ 30,2 + 30,5 + 31,1 + 31 + 30,2 + 30,1 + 30,1 + 30,7$$

34

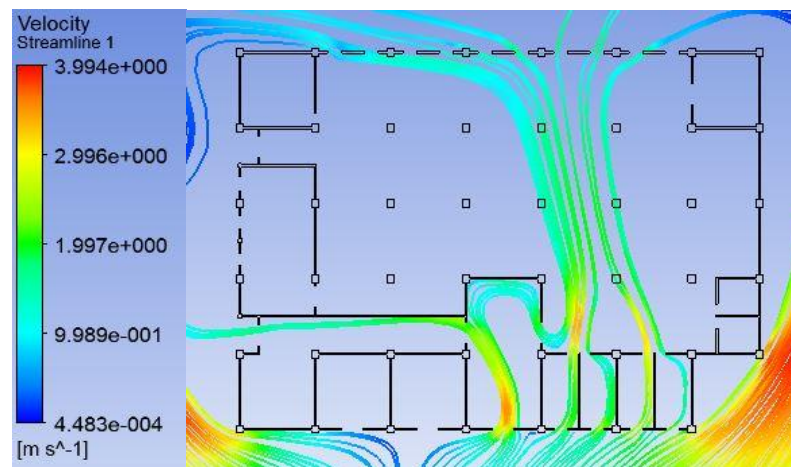
$$= 1054,8 / 34 = 31,02 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Nilai Deviasi} = \frac{31,02 - 28,99}{28,99} = 0,0700 = 7,00\%$$

Nilai deviasi yang diperoleh yaitu sebesar 7,00 % sehingga hasil simulasi pengukuran dapat digunakan sebagai metode untuk mensimulasi suhu eksisting dan rekomendasi.

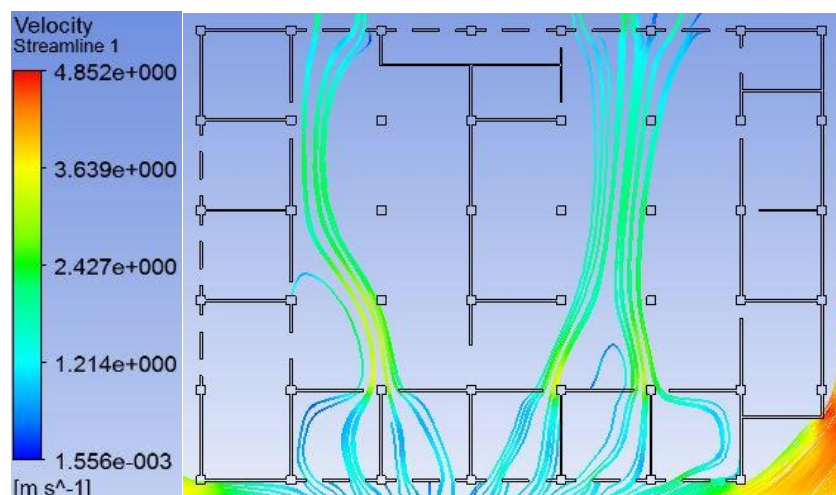
4.7 Analisis Kenyamanan Termal Menggunakan Software ANSYS Inc

- Pagi pukul 08.00-09.00



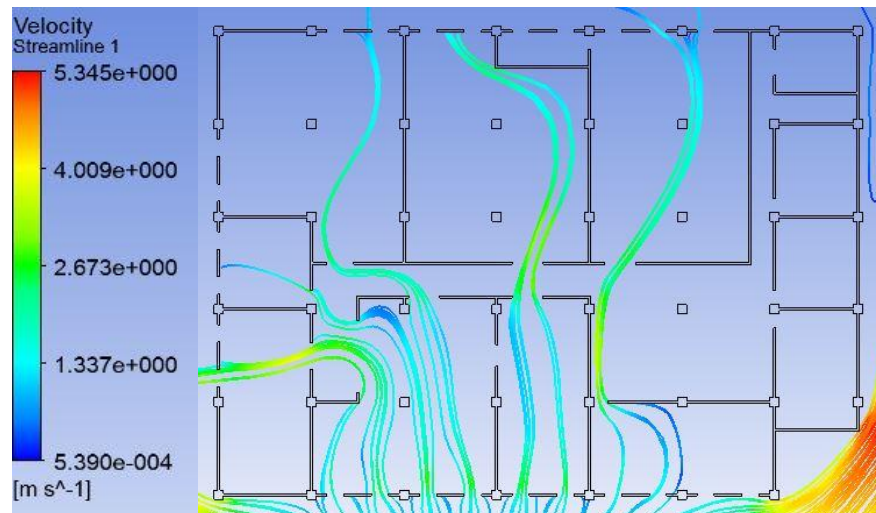
Gambar 4.48 Hasil Simulasi Eksisting Pagi Hari Lantai 1 Menggunakan ANSYS Inc

Hasil simulasi pergerakan udara pada lantai 1 eksisting, menunjukkan bahwa udara tidak beredar secara merata pada bangunan. Pada ruang yang tidak memenuhi persyaratan cross ventilation seperti pada ruang kantor display produk, bank BPD, kepala bidang 5, kepala bidang 6 dan ruang rapat.



Gambar 4.49 Hasil Simulasi Eksisting Pagi Hari Lantai 2 Menggunakan ANSYS Inc

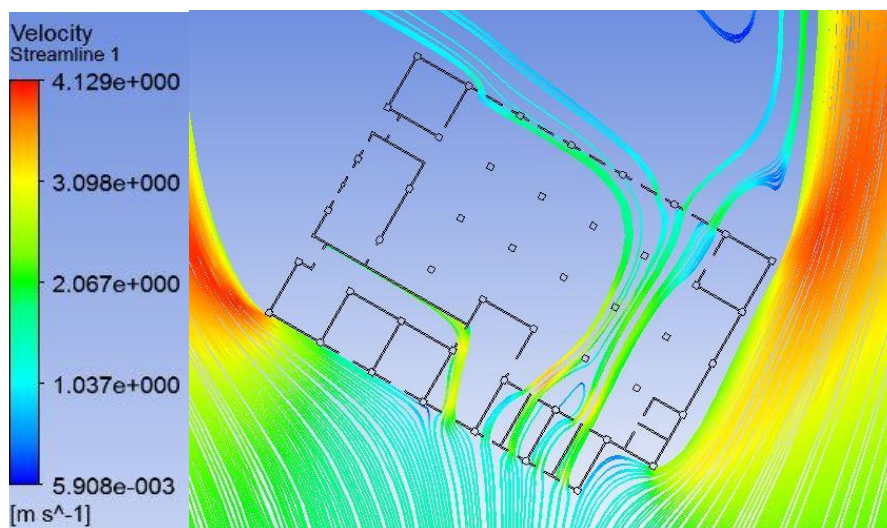
Hasil simulasi pergerakan udara pada lantai 2 eksisting menunjukkan bahwa pergerakan udara tidak melewati bagian samping bangunan, seperti pada ruang kepala dinas, meeting room, lobby meeting room, bagian pengendalian dan penanggulangan pencemaran lingkungan, serta bagian kebersihan dan pertamanan.



Gambar 4.50 Hasil Simulasi Eksisting Pagi Hari Lantai 3 Menggunakan ANSYS Inc

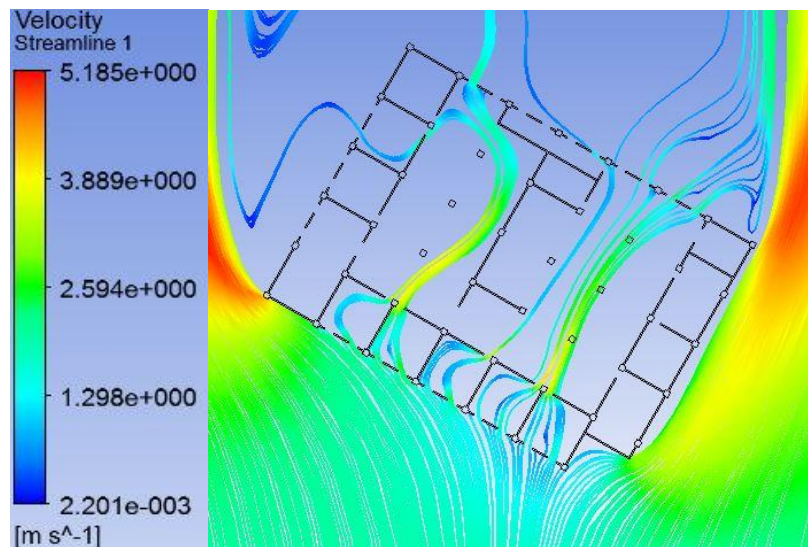
Hasil simulasi pada lantai 3 eksisting menunjukkan bahwa udara sudah cukup melewati beberapa bagian bangunan, namun masih belum melewati sebagian besar bagian ruang SDA, ruang bidang bina marga dan ruang bidang PJU. Pergerakan udara juga tidak melewati bagian ruang tamu, ruang subbag keuangan dan ruang kepala dinas.

- Siang pukul 09.00-16.00



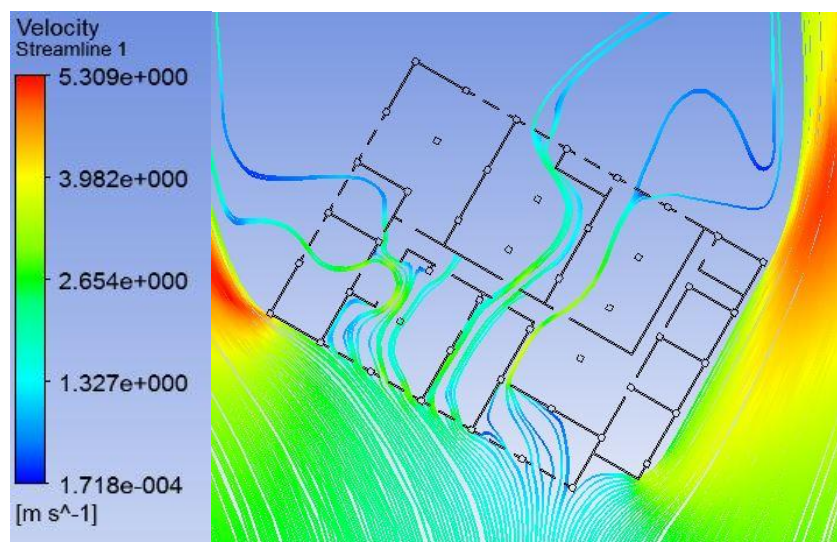
Gambar 4.51 Hasil Simulasi Eksisting Siang Hari Lantai 1 Menggunakan ANSYS Inc

Hasil simulasi pergerakan udara pada lantai 1 eksisting, hampir sama dengan simulasi siang hari. Udara bergerak hanya pada satu sisi bangunan, sedangkan bagian lain tidak terpapar pergerakan udara sama sekali.



Gambar 4.52 Hasil Simulasi Eksisting Siang Hari Lantai 2 Menggunakan ANSYS Inc

Hasil simulasi pergerakan udara pada lantai 2 siang hari, hampir sama dengan hasil simulasi pada pagi hari. Pergerakan udara memasuki bagian tengah bangunan namun tidak memasuki sisi bangunan bagian kanan dan kiri.



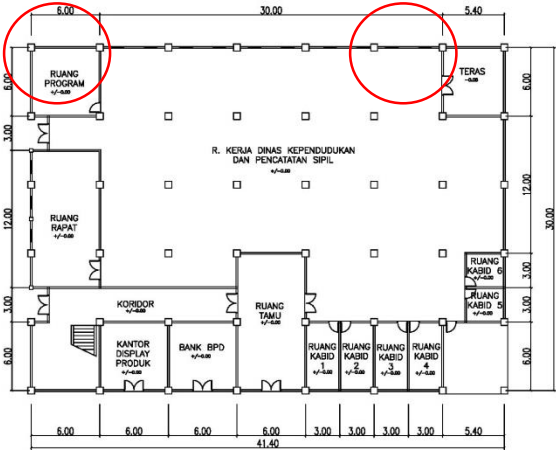

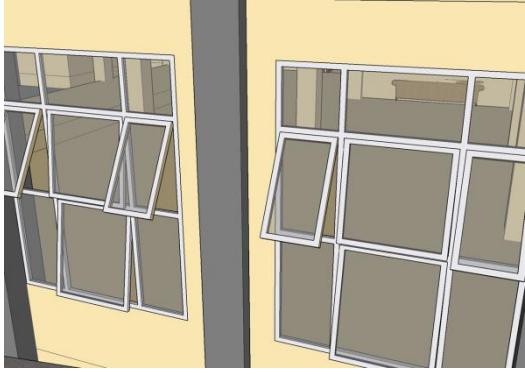
Gambar 4.53 Hasil Simulasi Eksisting Siang Hari Lantai 3 Menggunakan ANSYS Inc

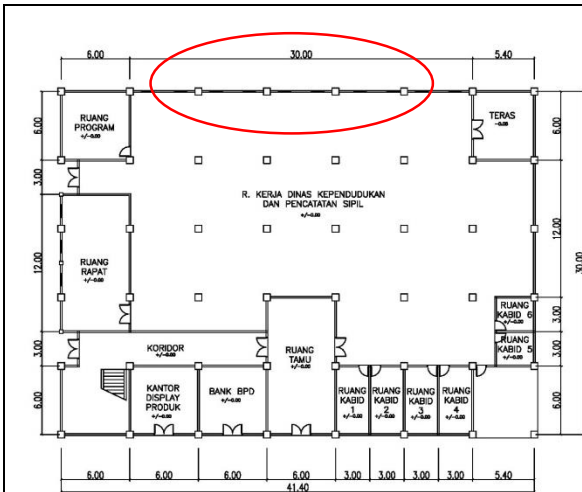
Hasil simulasi pada lantai 3 eksisting (siang hari) menunjukkan bahwa udara sudah cukup melewati beberapa bagian bangunan. Pola pergerakan udara dalam bangunan hampir sama seperti pada pagi hari.

4.8 Rekomendasi Desain

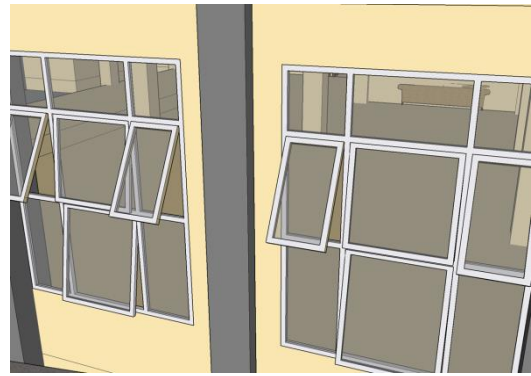
Untuk mengoptimalkan kenyamanan termal dalam bangunan menggunakan ventilasi alami, maka perlu adanya bukaan yang sesuai baik di dalam maupun di luar bangunan. Bukaan yang sesuai dapat menciptakan efek ventilasi silang atau cross ventilation pada bangunan.

Tabel 4.11 Rekomendasi Bukaan Lantai 1

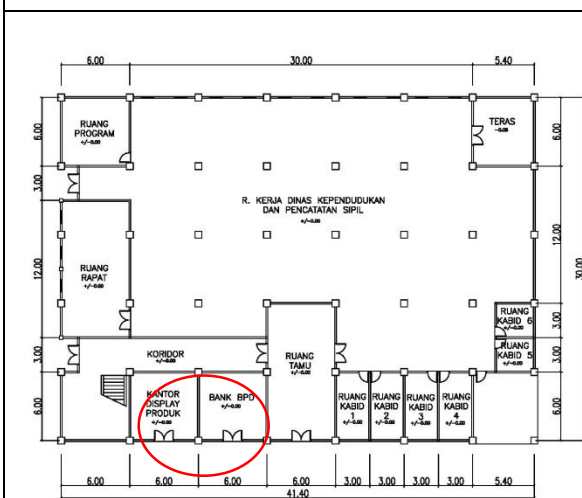
Eksisting	Rekomendasi
  <p>Jendela tipe E merupakan fixed window yang tidak memiliki pengaruh terhadap penghawaan bangunan.</p>	 <p>Mengubah jendela tipe E menjadi jendela tipe C dengan empat bagian jendela yang dapat dibuka (top hung) dari sembilan bagian jendela.</p>



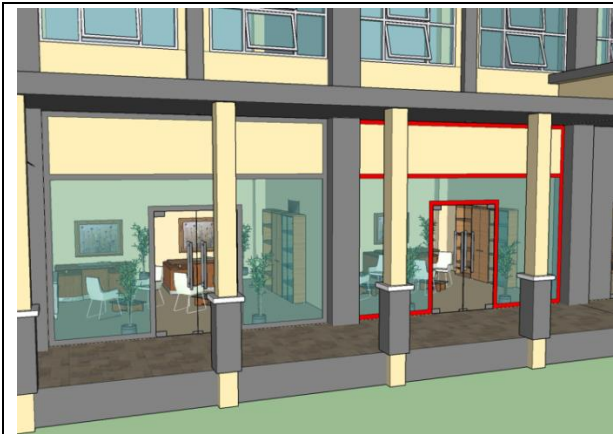
Dari sembilan bagian jendela, hanya memiliki dua bagian jendela yang dapat dibuka pada jendela tipe C.



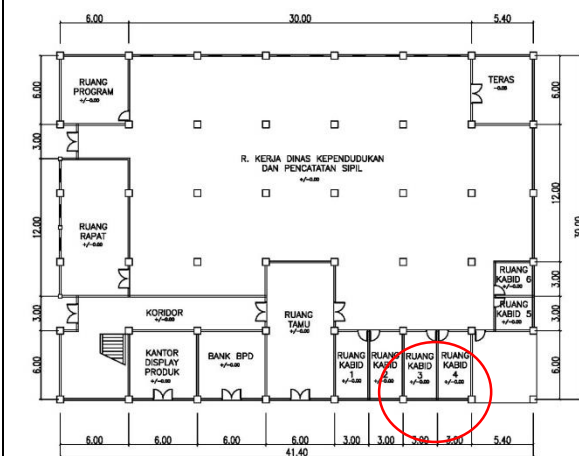
Mengubah bukaan dari jendela tipe C dari dua bukaan dari sembilan bagian jendela menjadi empat bagian bukaan top hung.



Menambah jendela top hung berukuran $2,56 \text{ m}^2$ tepat di sisi-sisi pintu



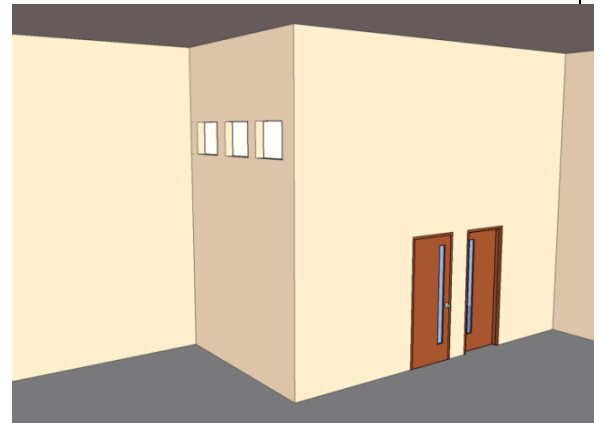
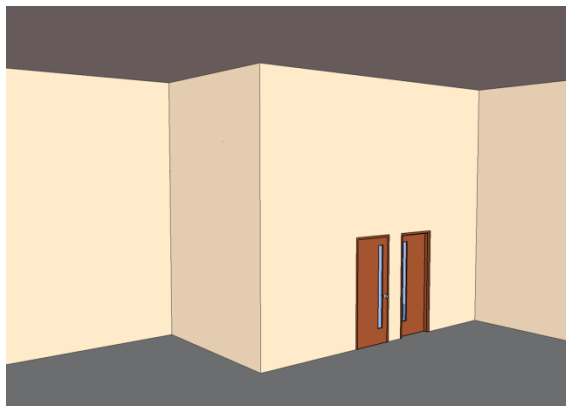
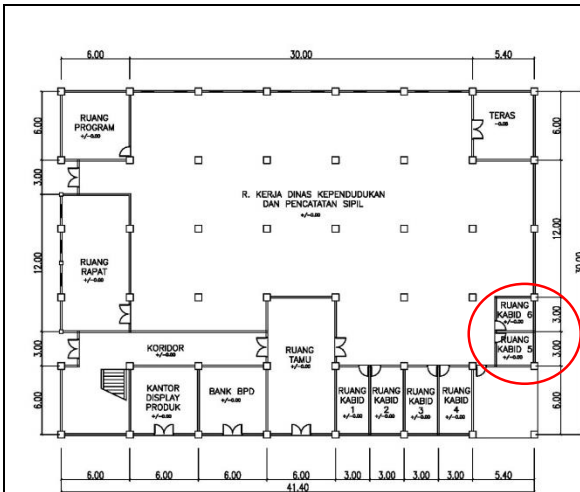
Ruang Kantor Display Produk dan Bank BPD tidak memiliki bukaan sama sekali.



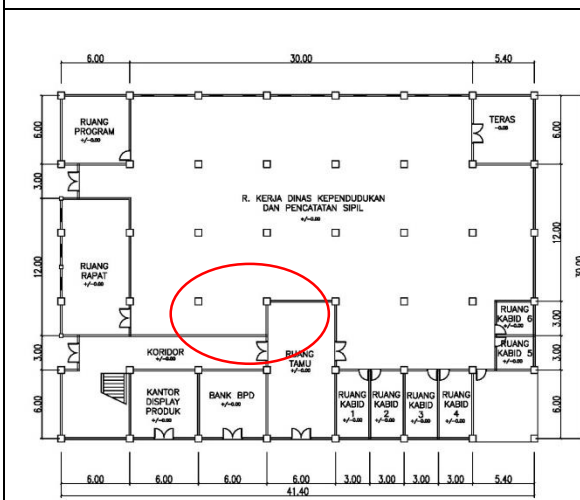
Ruang Kepala Bidang 3 dan 4 hanya memiliki jendela mati (fixed window) pada sisi selatan



Mengubah fixed window menjadi jendela top hung yang sama dengan Ruang Kepala Bidang 1 dan 2 pada sisi barat.

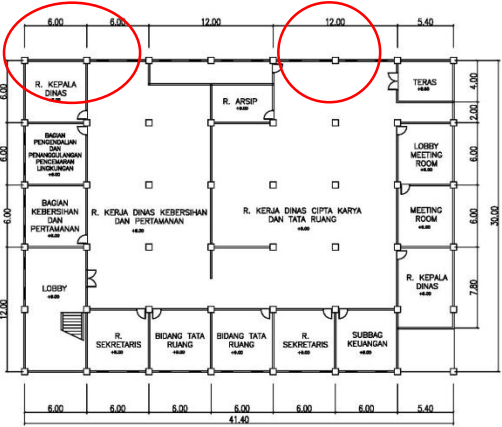
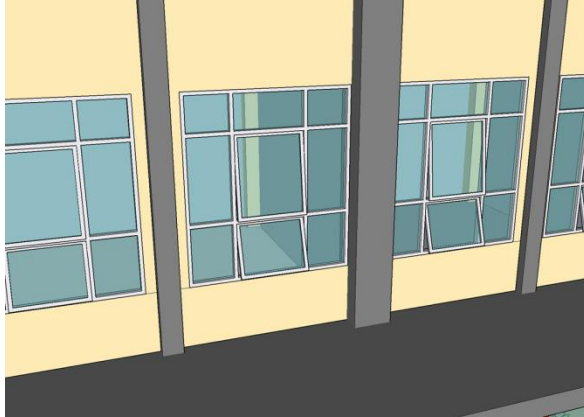
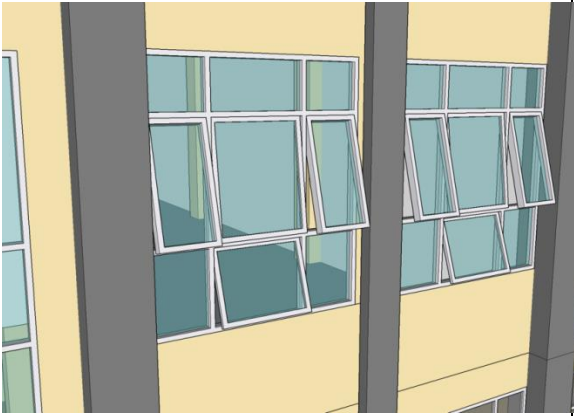
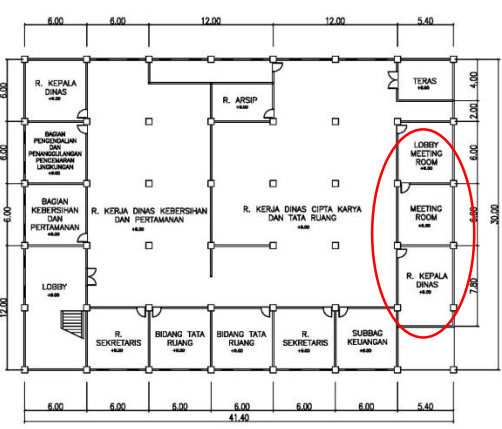
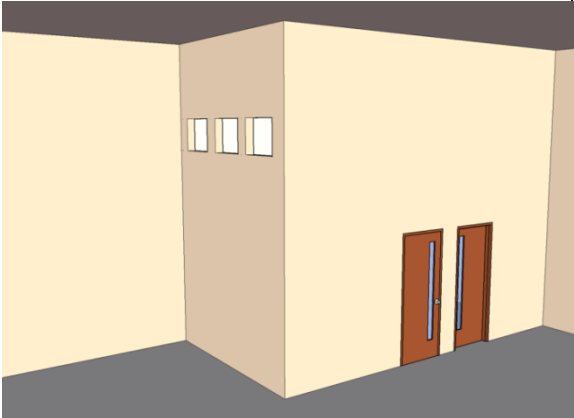


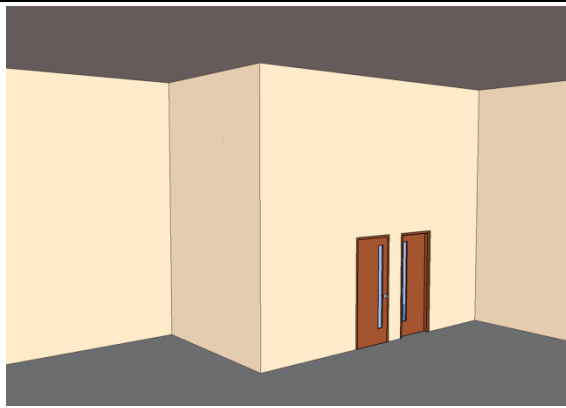
Menambahkan ventilasi sebesar 0,6 m x 1,0 m di dinding bagian utara (atas) dan selatan (bawah) untuk membantu terjadinya ventilasi silang



Menambahkan ventilasi sebesar 0,6 m x 1,0 m di dinding bagian utara (atas) ruang koridor, kantor display produk, bank BPD dan ruang tamu untuk membantu terjadinya ventilasi silang

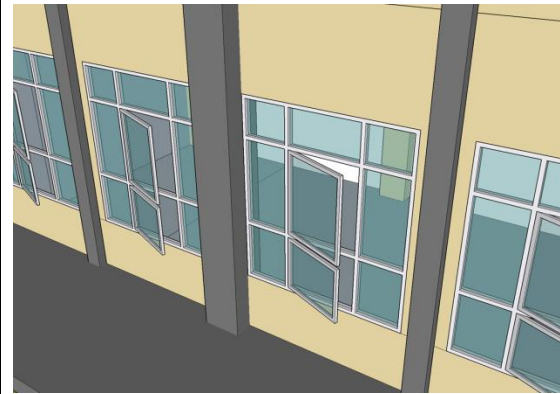
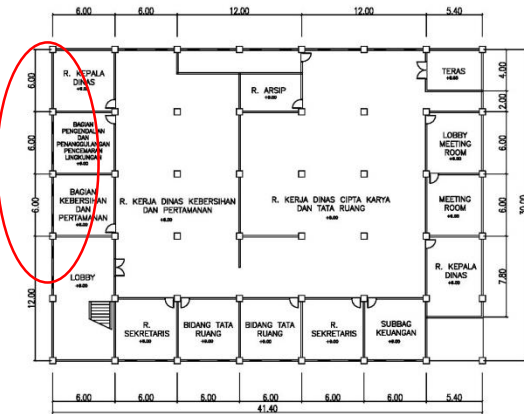
Tabel 4.12 Rekomendasi Bukaannya Lantai 2

Eksisting	Rekomendasi
 	 <p data-bbox="794 851 1356 1008">Menambah bukaan sebesar 6,88 m² per modul ruangan, sehingga bukaan sesuai dengan SNI</p>
	 <p data-bbox="794 1836 1356 1993">Menambah bukaan pada sisi utara (atas) dan selatan (bawah) setinggi 3,4 m pada Ruang Kepala Dinas Kebersihan dan</p>

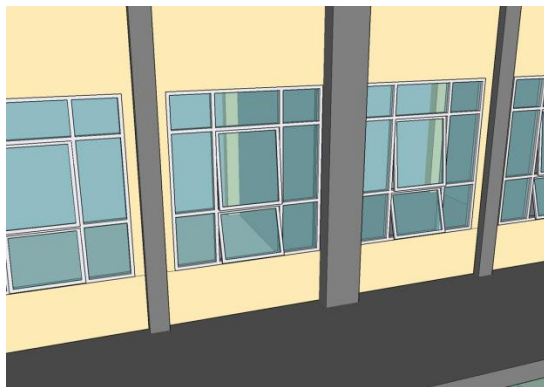


Sekat antar ruang tidak terdapat bukan sama sekali

Pertamanan, Meeting Room dan Lobby Meeting Room agar terjadi ventilasi silang

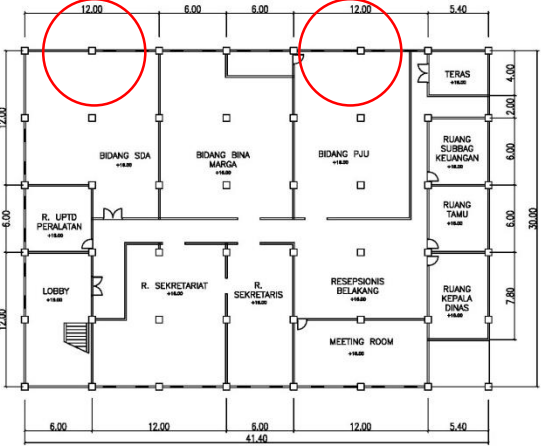




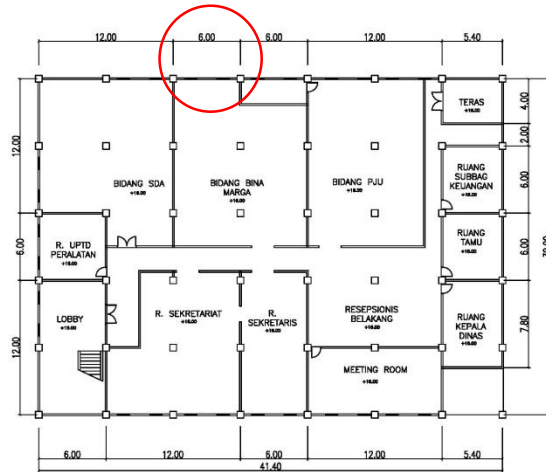
Mengubah bentuk jendela top hung menjadi side hung menghadap ke arah datangnya angin, agar jendela dapat mengarahkan angin menuju dalam bangunan



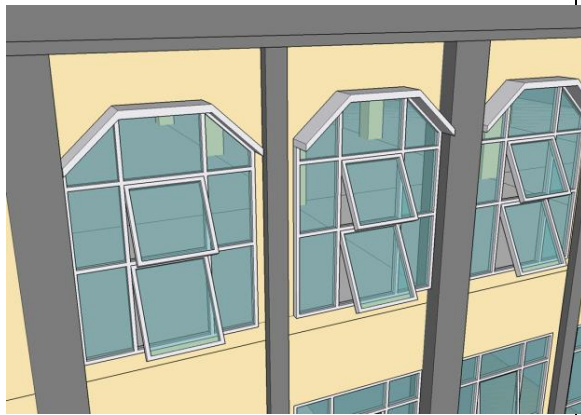
Bentuk jendela top hung dengan dua bagian jendela yang dapat dibuka, sedangkan tujuh bagian lainnya merupakan *fixed window*

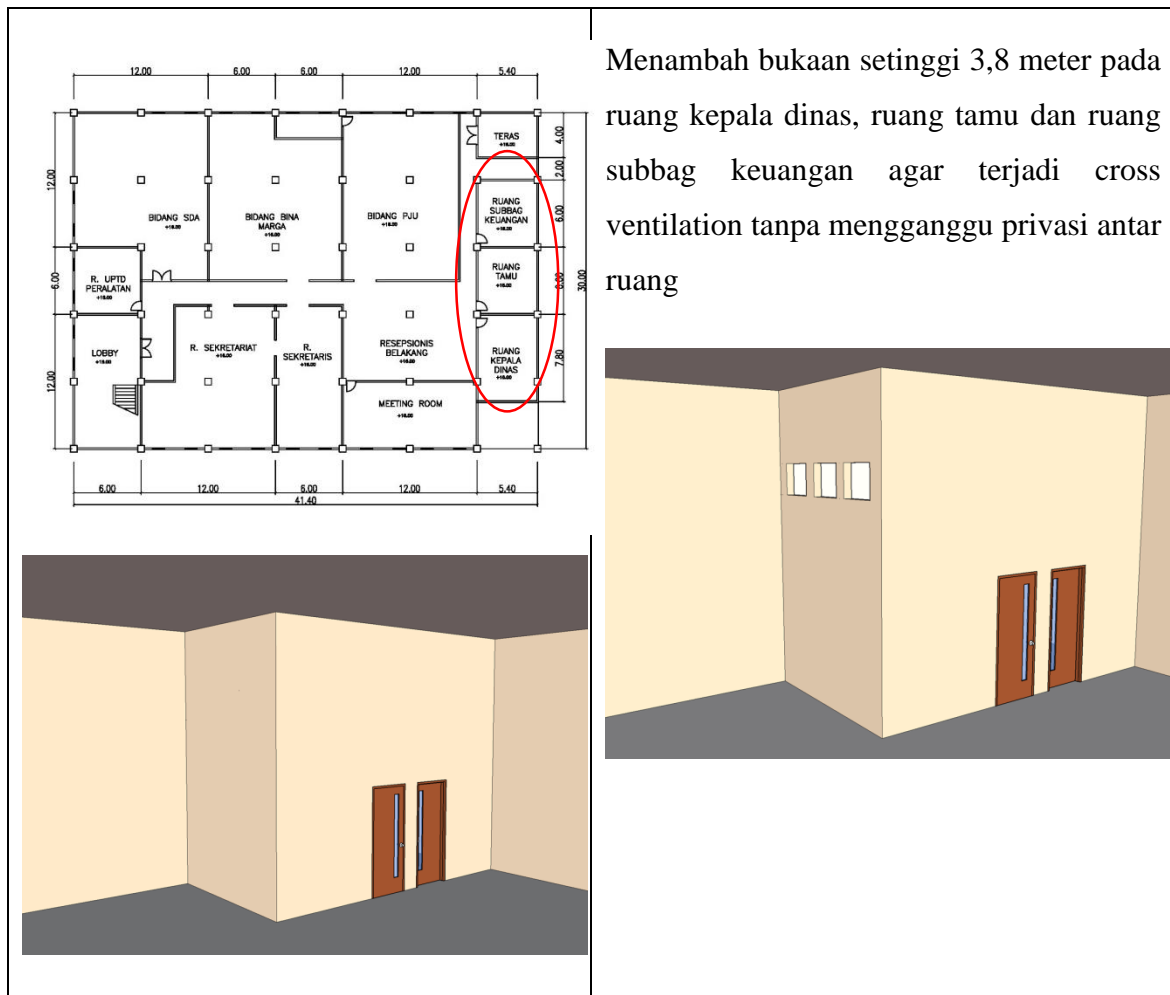
Tabel 4.13 Rekomendasi Bukaannya Lantai 3

Eksisting	Rekomendasi
	 <p>Menambah bukaan jendela top hung pada sisi utara ruang Bidang SDA dan Ruang Bidang PJU dari dua bagian jendela menjadi empat bagian jendela</p>
	

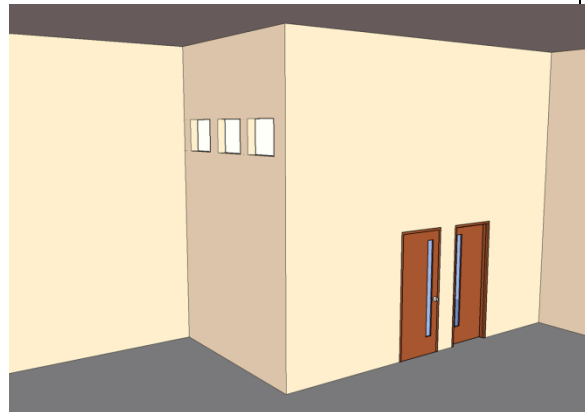


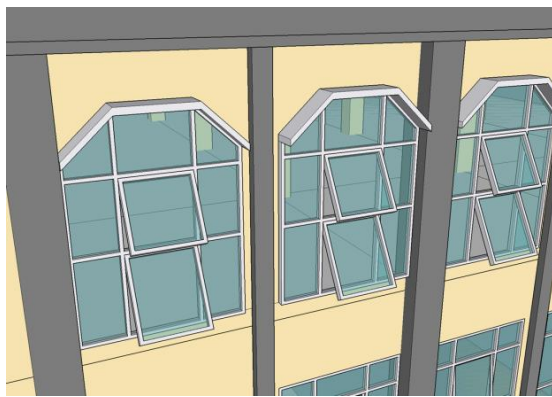
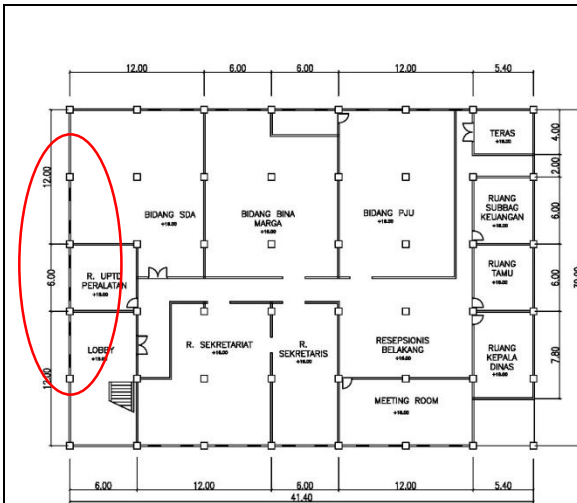
Menambah bukaan jendela top hung pada sisi utara ruang Bidang Bina Marga dari dua bagian jendela menjadi lima bagian jendela





Menambah bukaan setinggi 3,8 meter pada ruang kepala dinas, ruang tamu dan ruang subbag keuangan agar terjadi cross ventilation tanpa mengganggu privasi antar ruang



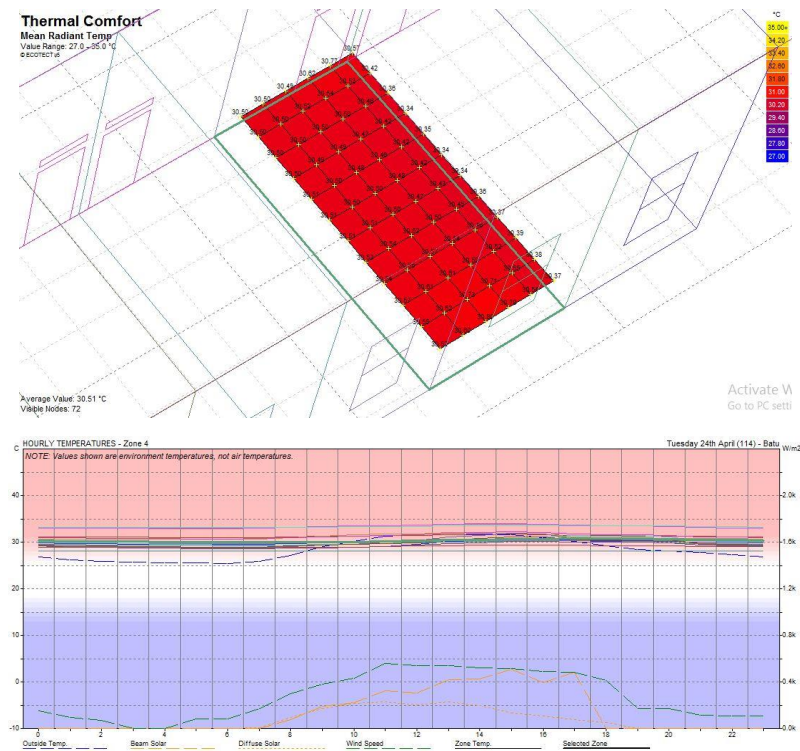


Mengubah bentuk jendela top hung menjadi side hung menghadap ke arah datangnya angin, agar jendela dapat mengarahkan angin menuju dalam bangunan

4.9 Hasil Simulasi Rekomendasi Menggunakan Software Autodesk Ecotect 2011

A. Lantai 1

a. Ruang Kepala Bidang 3

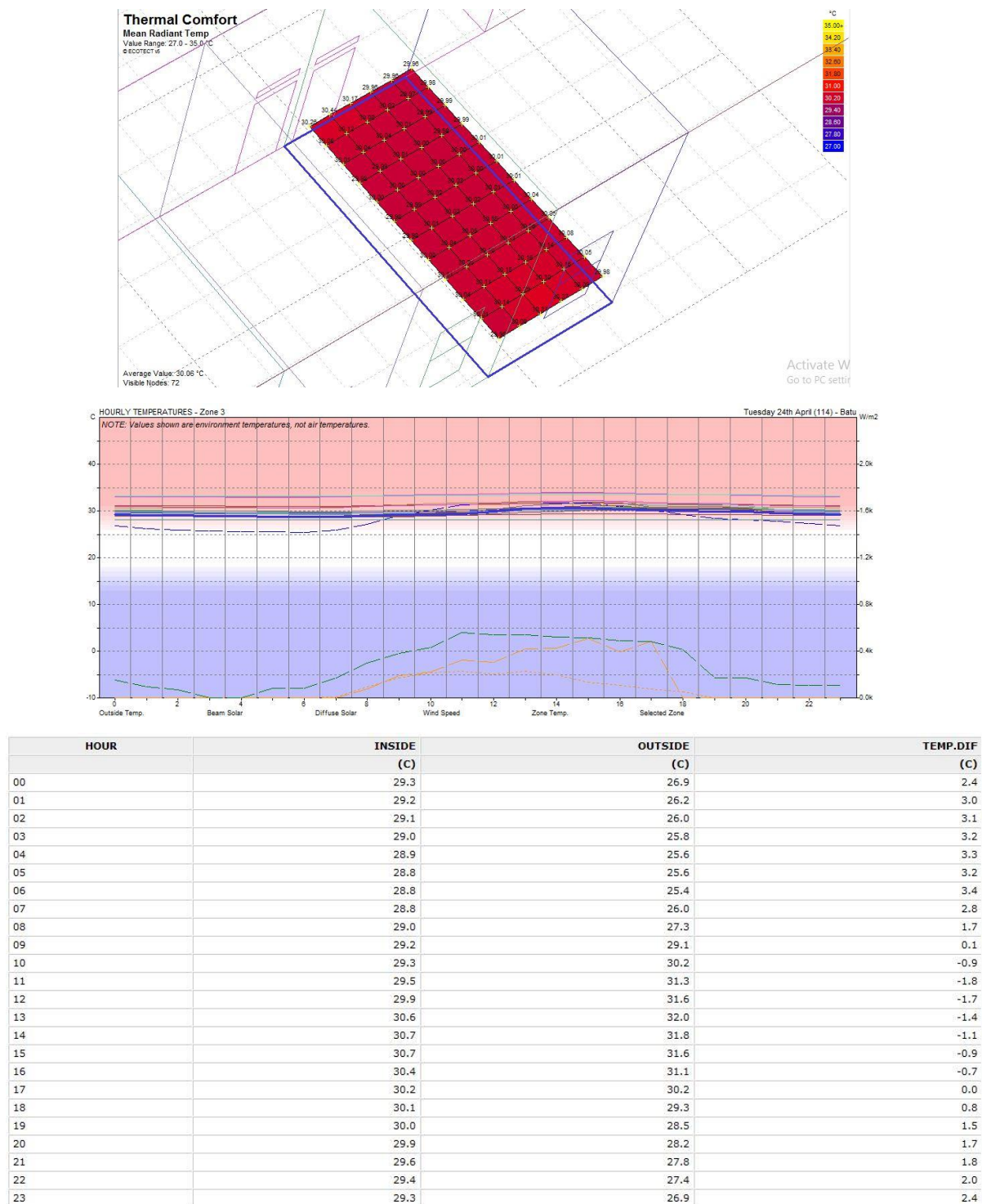


HOURLY	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP.DIF (C)
00	30.4	26.9	3.5
01	30.3	26.2	4.1
02	30.2	26.0	4.2
03	30.2	25.8	4.4
04	30.2	25.6	4.6
05	30.1	25.6	4.5
06	30.1	25.4	4.7
07	30.0	26.0	4.0
08	30.1	27.3	2.8
09	30.1	29.1	1.0
10	30.1	30.2	-0.1
11	30.2	31.3	-1.1
12	30.3	31.6	-1.3
13	30.5	32.0	-1.5
14	30.6	31.8	-1.2
15	30.7	31.6	-0.9
16	30.8	31.1	-0.3
17	30.9	30.2	0.7
18	30.9	29.3	1.6
19	30.8	28.5	2.3
20	30.7	28.2	2.5
21	30.6	27.8	2.8
22	30.5	27.4	3.1
23	30.4	26.9	3.5

Gambar 4.54

Penambahan ventilasi sebesar 2,2 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Kepala Bidang 3 dari 31,95°C menjadi 30,51°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 hingga 16.00.

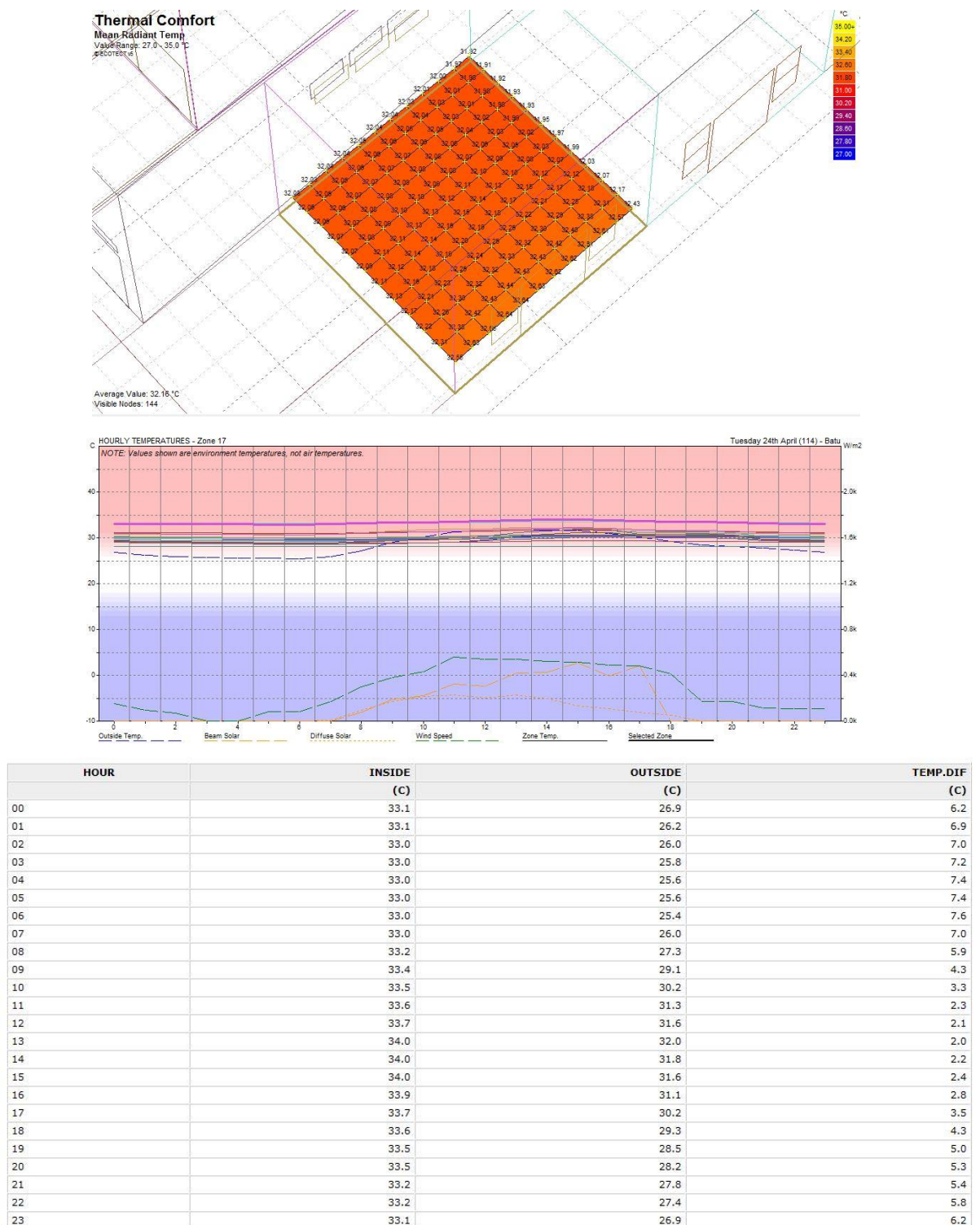
b. Ruang Kepala Bidang 4



Gambar 4.55

Penambahan ventilasi sebesar 2,2 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Kepala Bidang 4 dari 31,95°C menjadi 30,06°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 hingga 16.00.

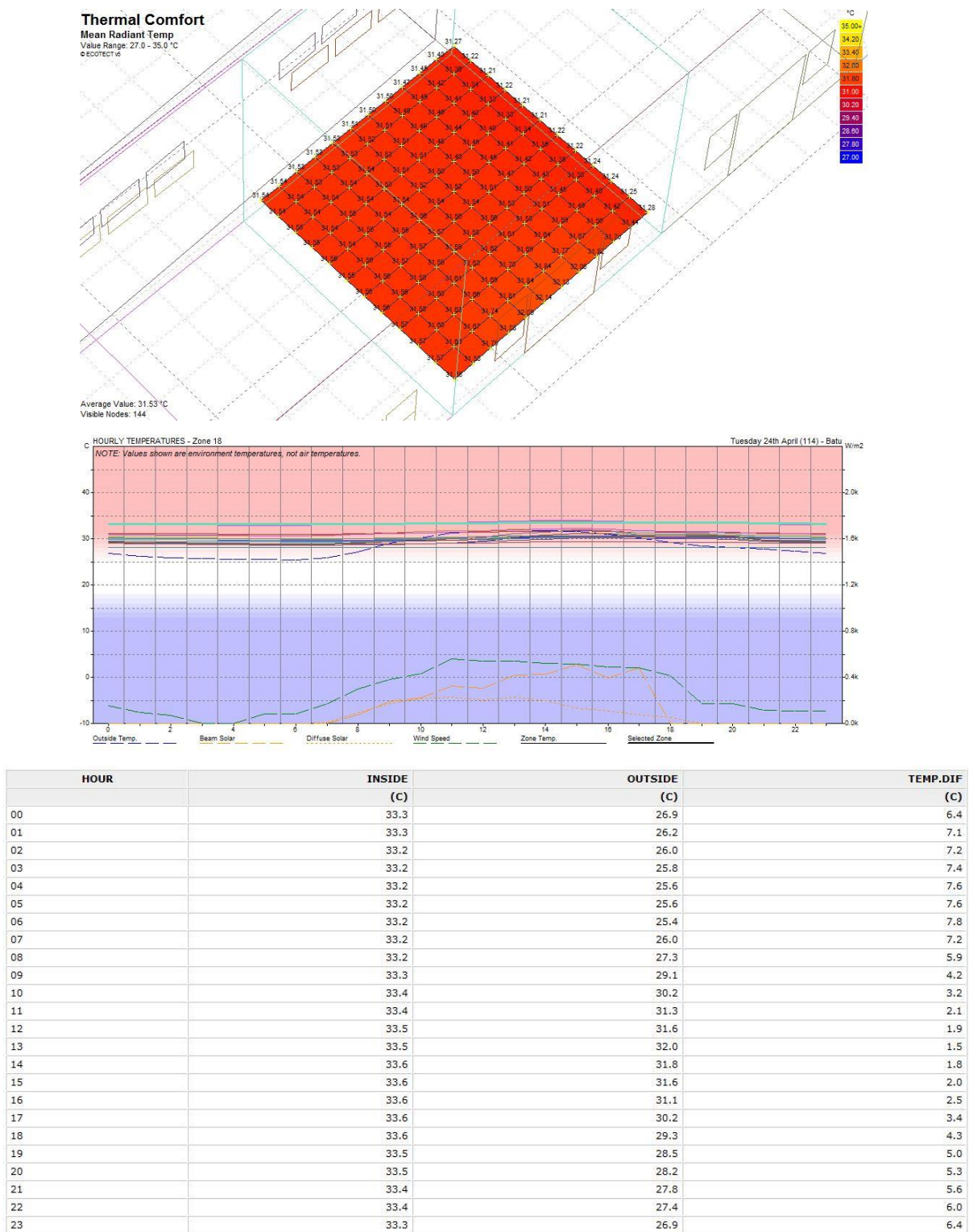
c. Kantor Display Produk



Gambar 4.56

Penambahan ventilasi sebesar 2,56 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Kantor Display Produk dari 34,39°C menjadi 32,16°C.

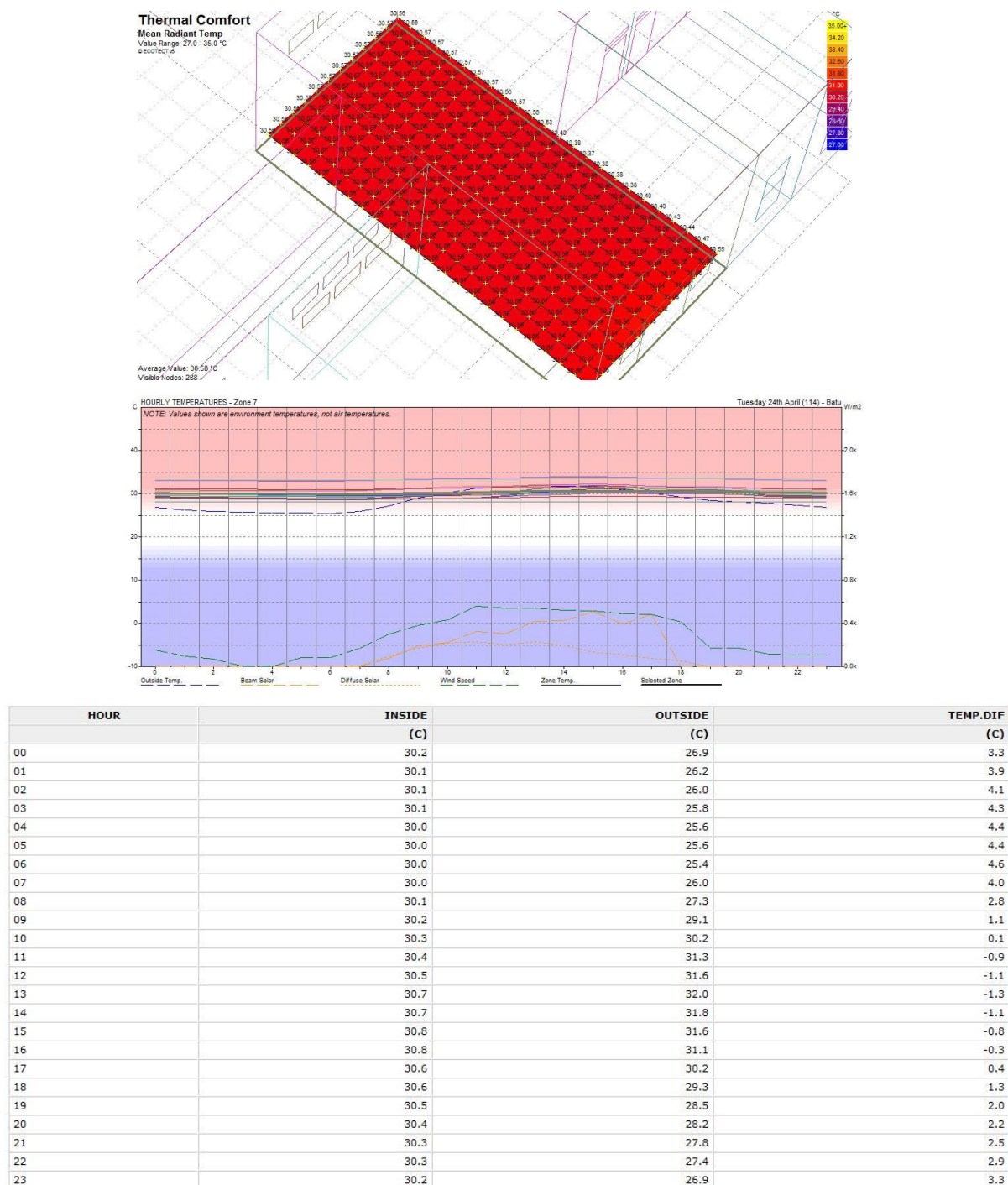
d. Bank BPD



Gambar 4.57

Penambahan ventilasi sebesar 2,56 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Bank BPD dari 33,34°C menjadi 31,53°C.

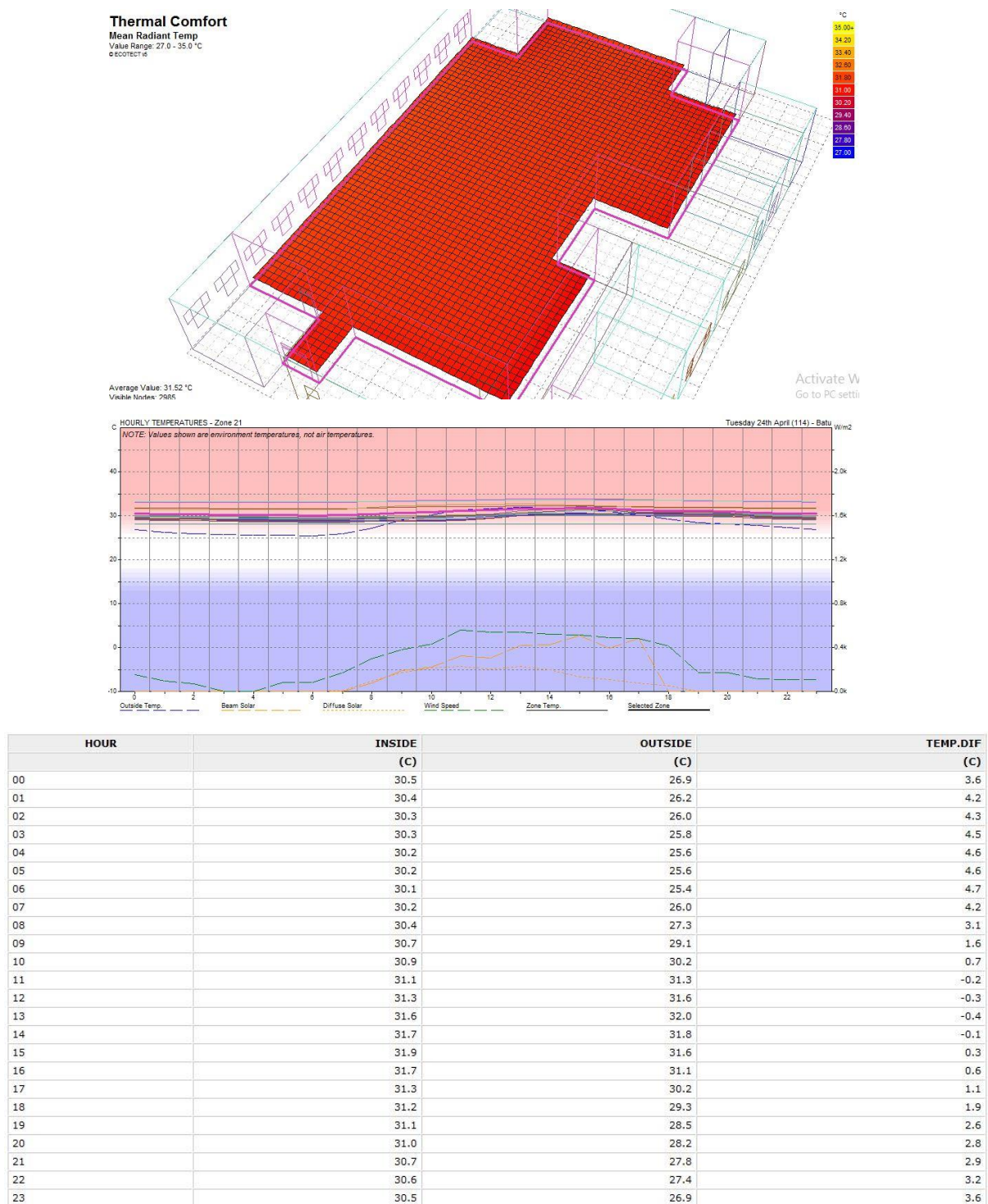
e. Ruang Tamu



Gambar 4.58

Penambahan ventilasi sebesar 1,92 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Bank BPD dari 31,92°C menjadi 30,58°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 11.00 hingga 14.00.

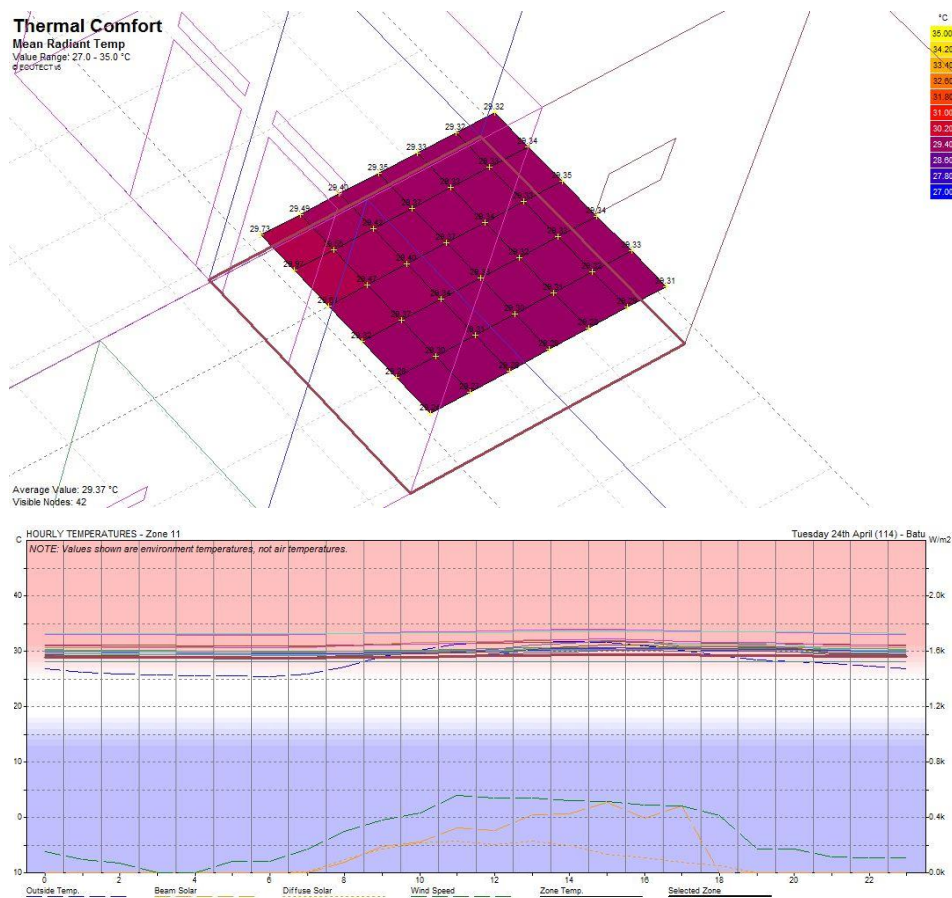
f. Ruang Kerja Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil



Gambar 4.59

Penambahan ventilasi sebesar 38 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Kerja Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil dari 31,96°C menjadi 31,52°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 11.00 sampai 14.00.

g. Ruang Kepala Bidang 5

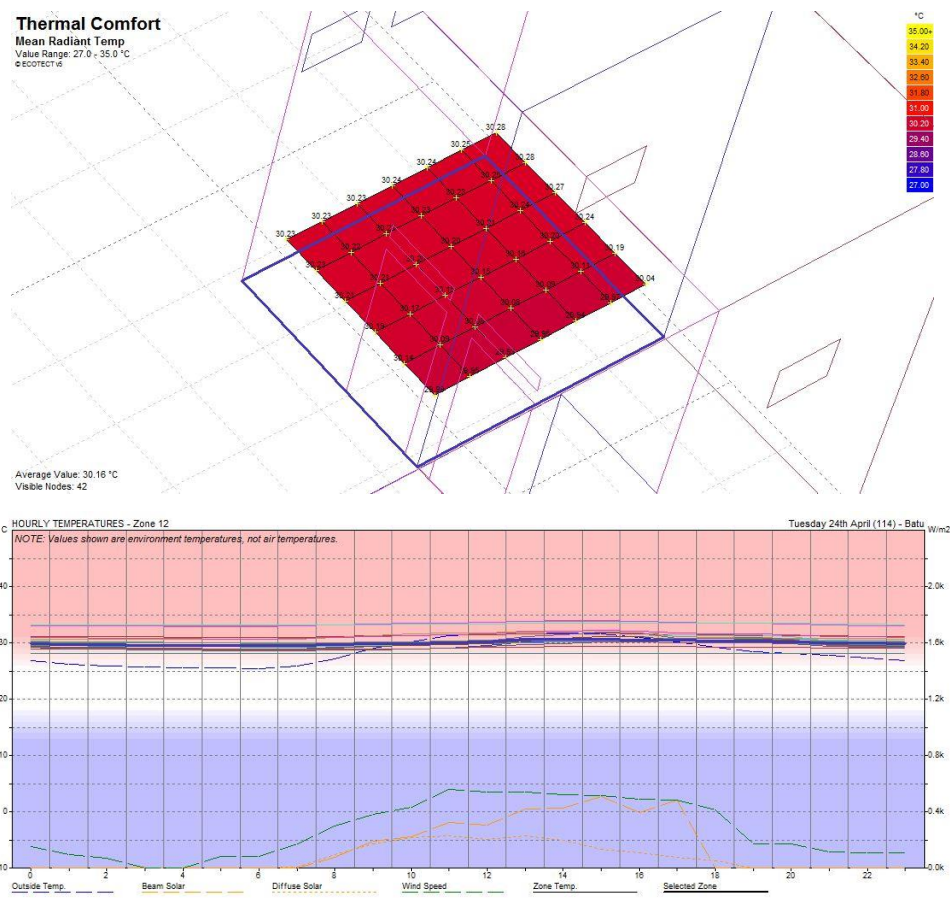


Hour	Inside (C)	Outside (C)	Temp.Dif (C)
00	29.0	26.9	2.1
01	29.0	26.2	2.8
02	29.0	26.0	3.0
03	29.0	25.8	3.2
04	28.9	25.6	3.3
05	28.9	25.6	3.3
06	28.9	25.4	3.5
07	28.9	26.0	2.9
08	28.9	27.3	1.6
09	29.0	29.1	-0.1
10	29.0	30.2	-1.2
11	29.1	31.3	-2.2
12	29.2	31.6	-2.4
13	29.4	32.0	-2.6
14	29.4	31.8	-2.4
15	29.5	31.6	-2.1
16	29.5	31.1	-1.6
17	29.4	30.2	-0.8
18	29.3	29.3	0.0
19	29.3	28.5	0.8
20	29.2	28.2	1.0
21	29.2	27.8	1.4
22	29.1	27.4	1.7
23	29.1	26.9	2.2

Gambar 4.60

Penambahan ventilasi sebesar 1,2 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Kepala Bidang 5 dari 31,95°C menjadi 29,7°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 16.00.

h. Ruang Kepala Bidang 6



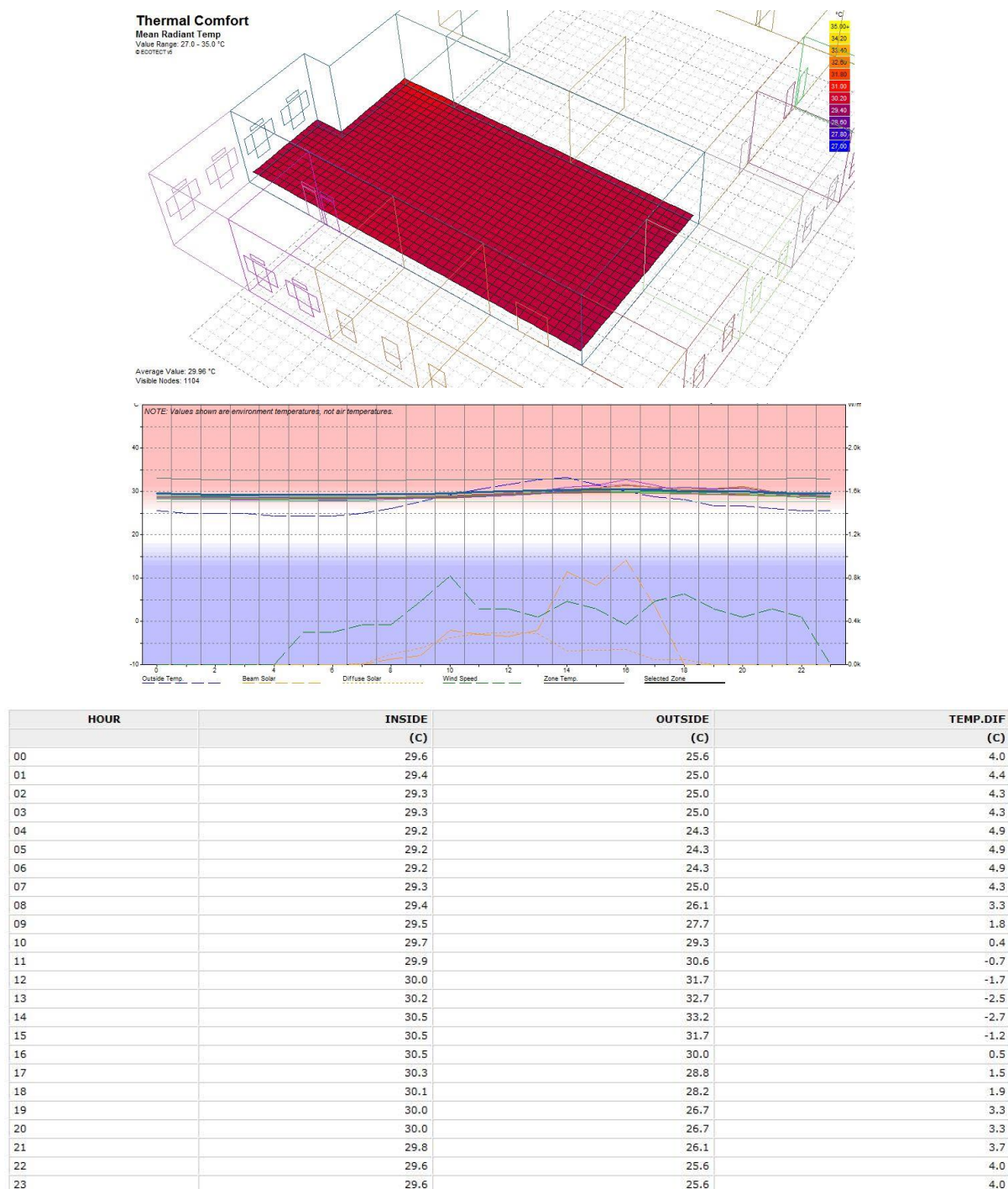
HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP.DIF
	(C)	(C)	(C)
00	29.9	26.9	3.0
01	29.8	26.2	3.6
02	29.8	26.0	3.8
03	29.7	25.8	3.9
04	29.7	25.6	4.1
05	29.6	25.6	4.0
06	29.6	25.4	4.2
07	29.6	26.0	3.6
08	29.7	27.3	2.4
09	29.9	29.1	0.8
10	29.9	30.2	-0.3
11	30.0	31.3	-1.3
12	30.3	31.6	-1.3
13	30.7	32.0	-1.3
14	30.7	31.8	-1.1
15	30.7	31.6	-0.9
16	30.6	31.1	-0.5
17	30.5	30.2	0.3
18	30.4	29.3	1.1
19	30.4	28.5	1.9
20	30.3	28.2	2.1
21	30.1	27.8	2.3
22	30.0	27.4	2.6
23	29.9	26.9	3.0

Gambar 4.61

Penambahan ventilasi sebesar 1,2 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Kepala Bidang 6 dari 31,92°C menjadi 30,16°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 11.00 sampai 15.00.

B. Lantai 2

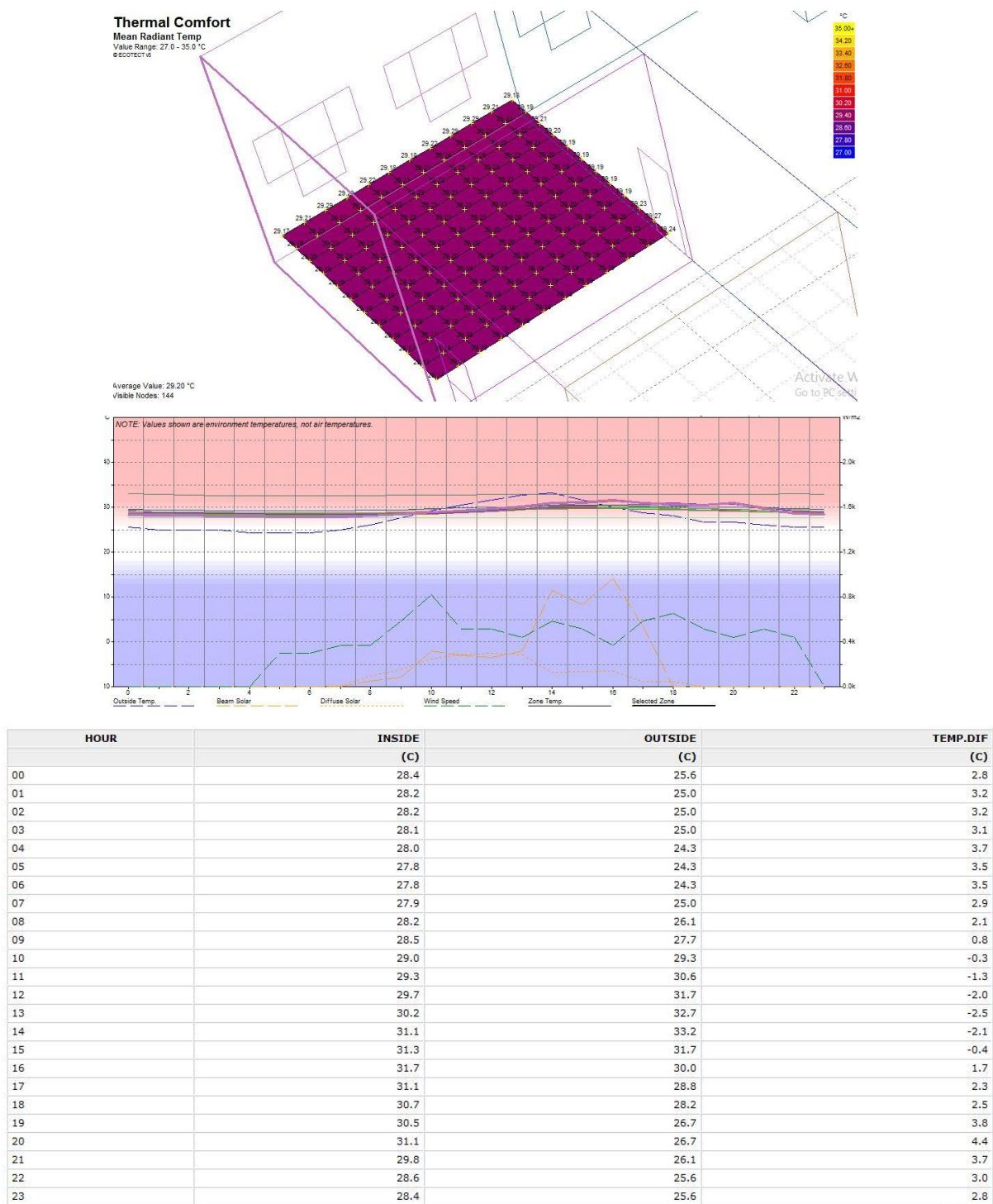
a. Ruang Kerja Dinas Kebersihan dan Pertamanan



Gambar 4.62

Penambahan ventilasi sebesar 13,88 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Kerja Dinas Kebersihan dan Pertamanan dari 30,93°C menjadi 29,96°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 11.00 sampai 15.00.

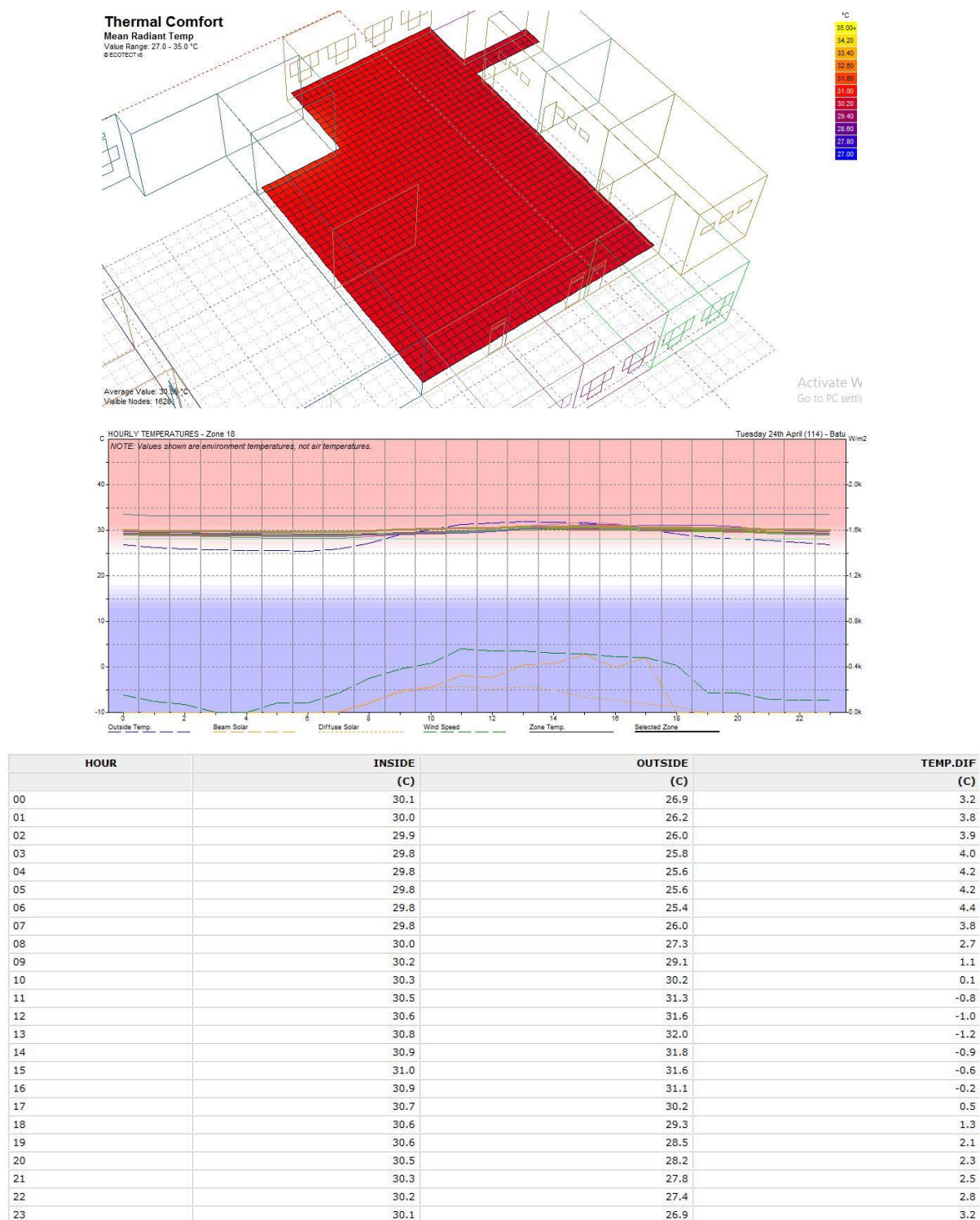
b. Ruang Kepala Dinas Kebersihan dan Pertamanan



Gambar 4.63

Penambahan ventilasi sebesar 2,4 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Kepala Dinas Kebersihan dan Pertamanan dari 30,07°C menjadi 29,20°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 15.00.

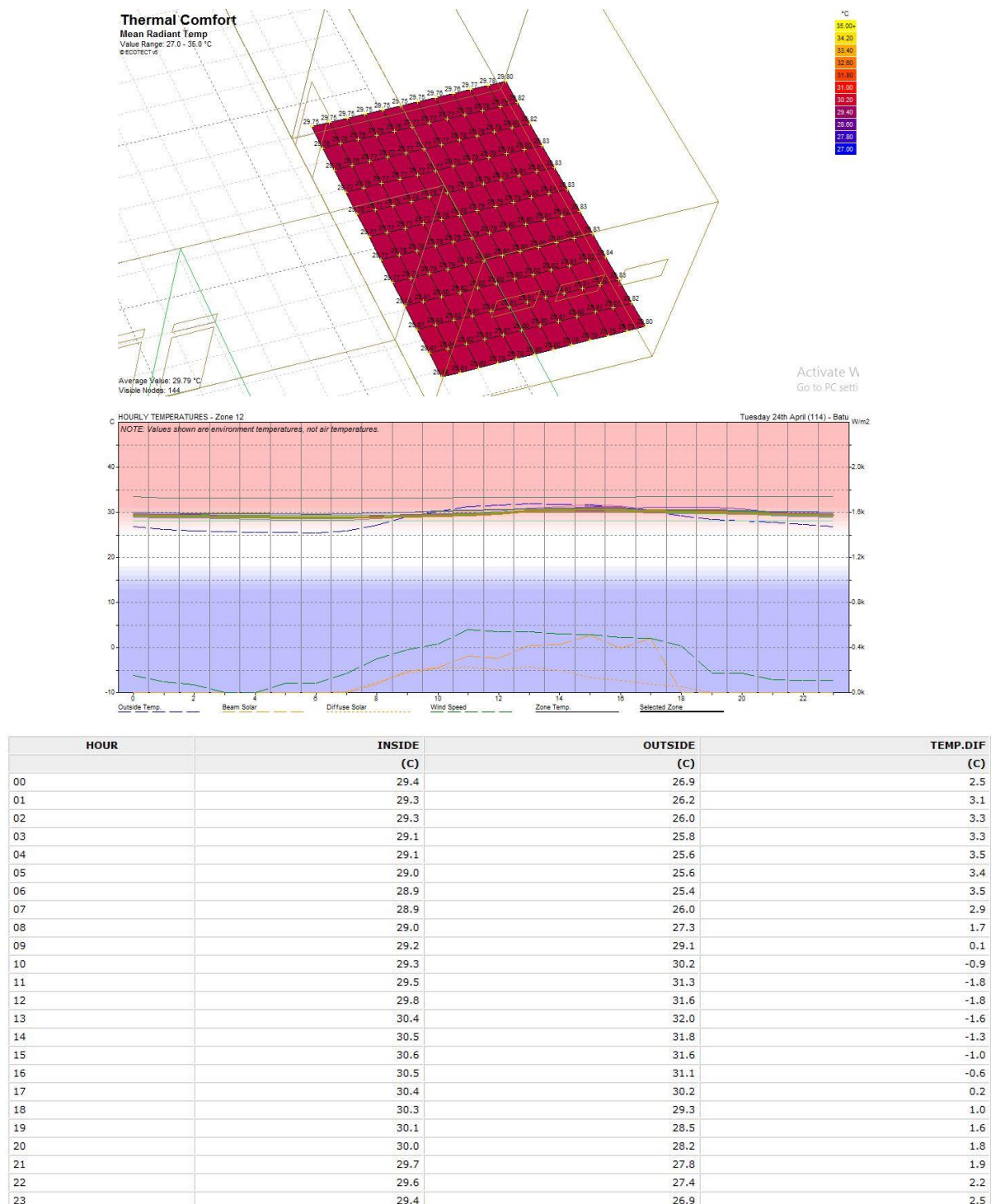
c. Ruang Kerja Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang



Gambar 4.64

Penambahan ventilasi sebesar 21,76 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Kerja Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang dari 30,98°C menjadi 30,59°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 11.00 sampai 16.00.

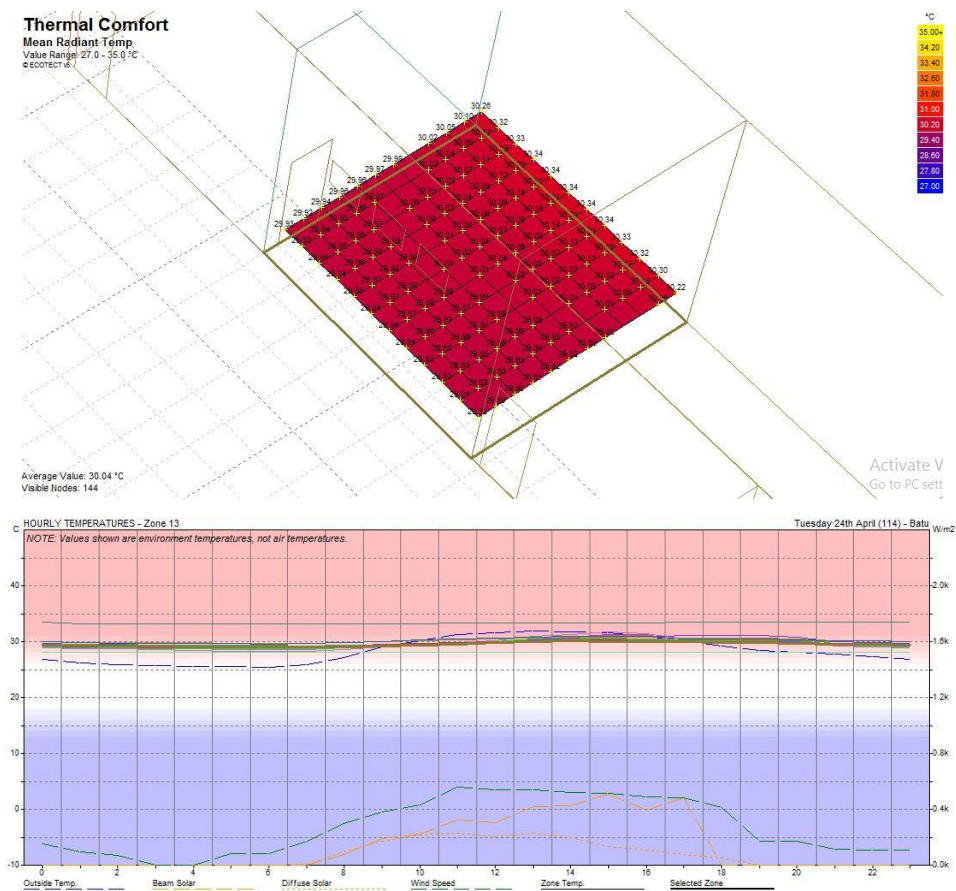
d. Ruang Kepala Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang



Gambar 4.65

Penambahan ventilasi sebesar 2,4 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Kepala Dinas Kebersihan dan Pertamanan dari 30,10°C menjadi 29,79°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 16.00.

e. Meeting Room

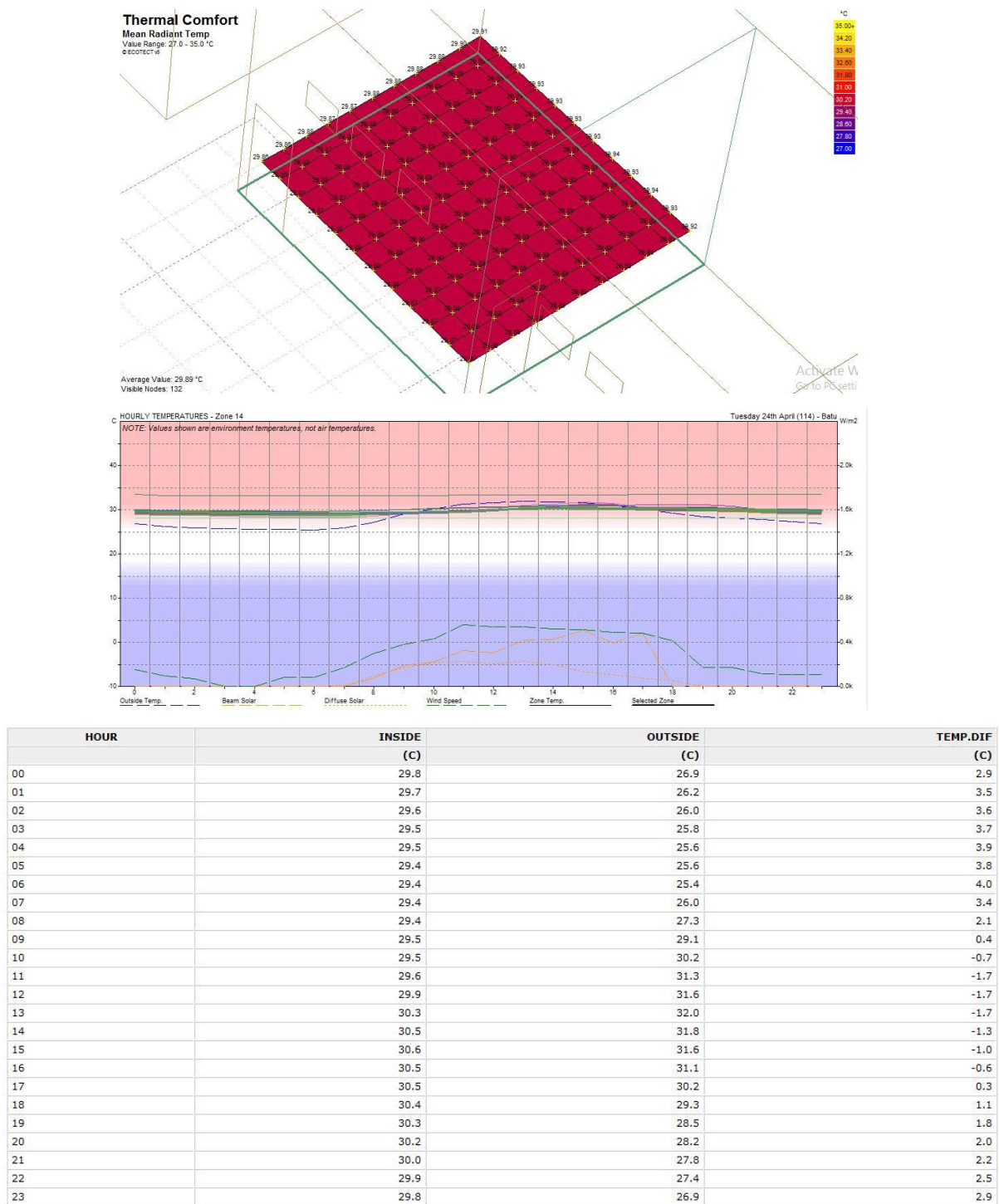


HOUR	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP.DIF (C)
00	29.5	26.9	2.6
01	29.4	26.2	3.2
02	29.3	26.0	3.3
03	29.2	25.8	3.4
04	29.2	25.6	3.6
05	29.1	25.6	3.5
06	29.1	25.4	3.7
07	29.1	26.0	3.1
08	29.2	27.3	1.9
09	29.3	29.1	0.2
10	29.4	30.2	-0.8
11	29.6	31.3	-1.7
12	30.0	31.6	-1.6
13	30.1	32.0	-1.9
14	30.2	31.8	-1.6
15	30.1	31.6	-1.5
16	30.1	31.1	-1.0
17	30.1	30.2	-0.1
18	30.0	29.3	0.7
19	29.9	28.5	1.4
20	29.8	28.2	1.6
21	29.7	27.8	1.9
22	29.6	27.4	2.2
23	29.5	26.9	2.6

Gambar 4.66

Penambahan ventilasi sebesar 3 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Meeting Room dari 30,63°C menjadi 30,04°C. Ruang mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 17.00.

f. Lobby Meeting Room

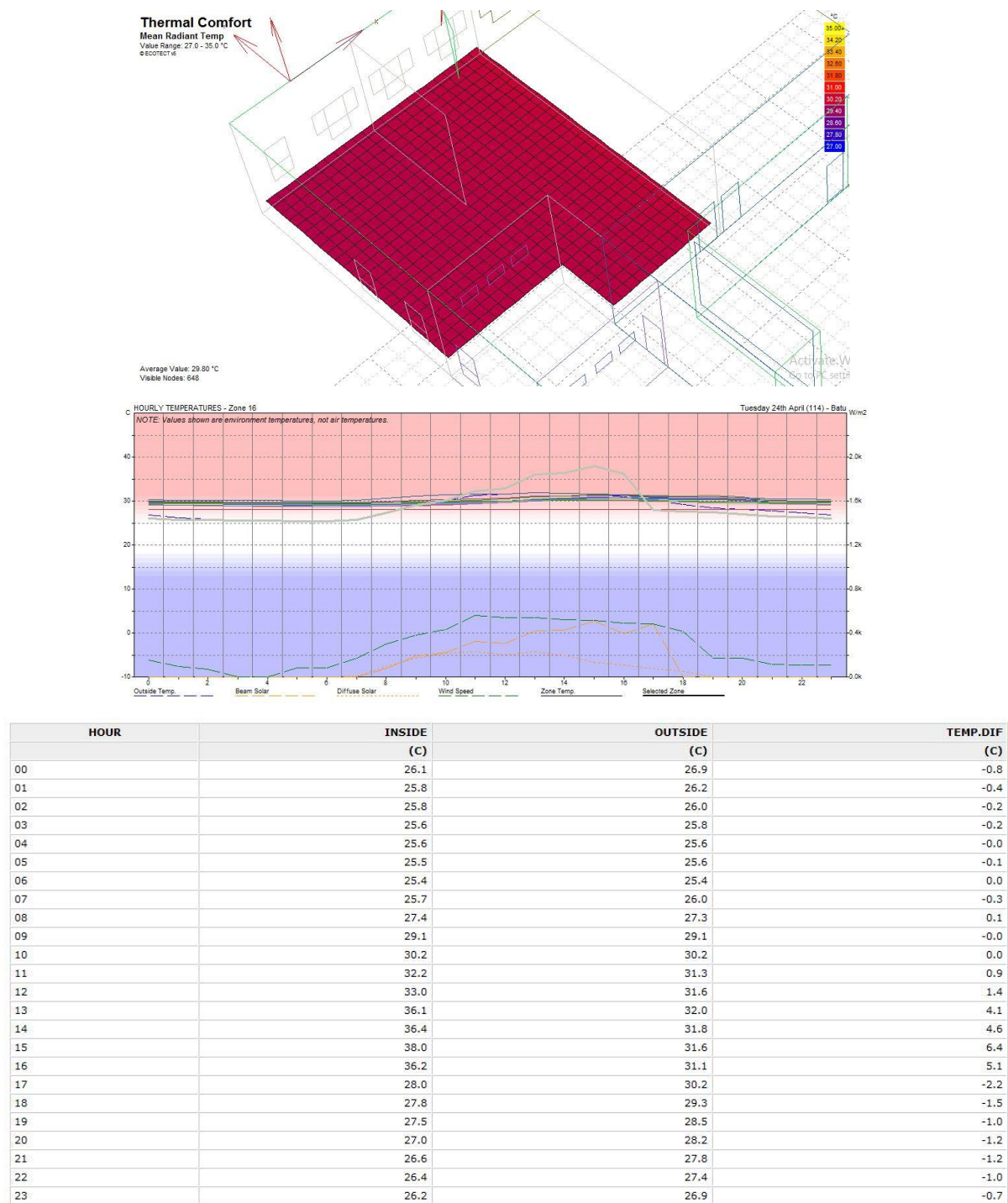


Gambar 4.67

Penambahan ventilasi sebesar 2,4 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Lobby Meeting Room dari 30,39°C menjadi 29,89°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 16.00.

C. Lantai 3

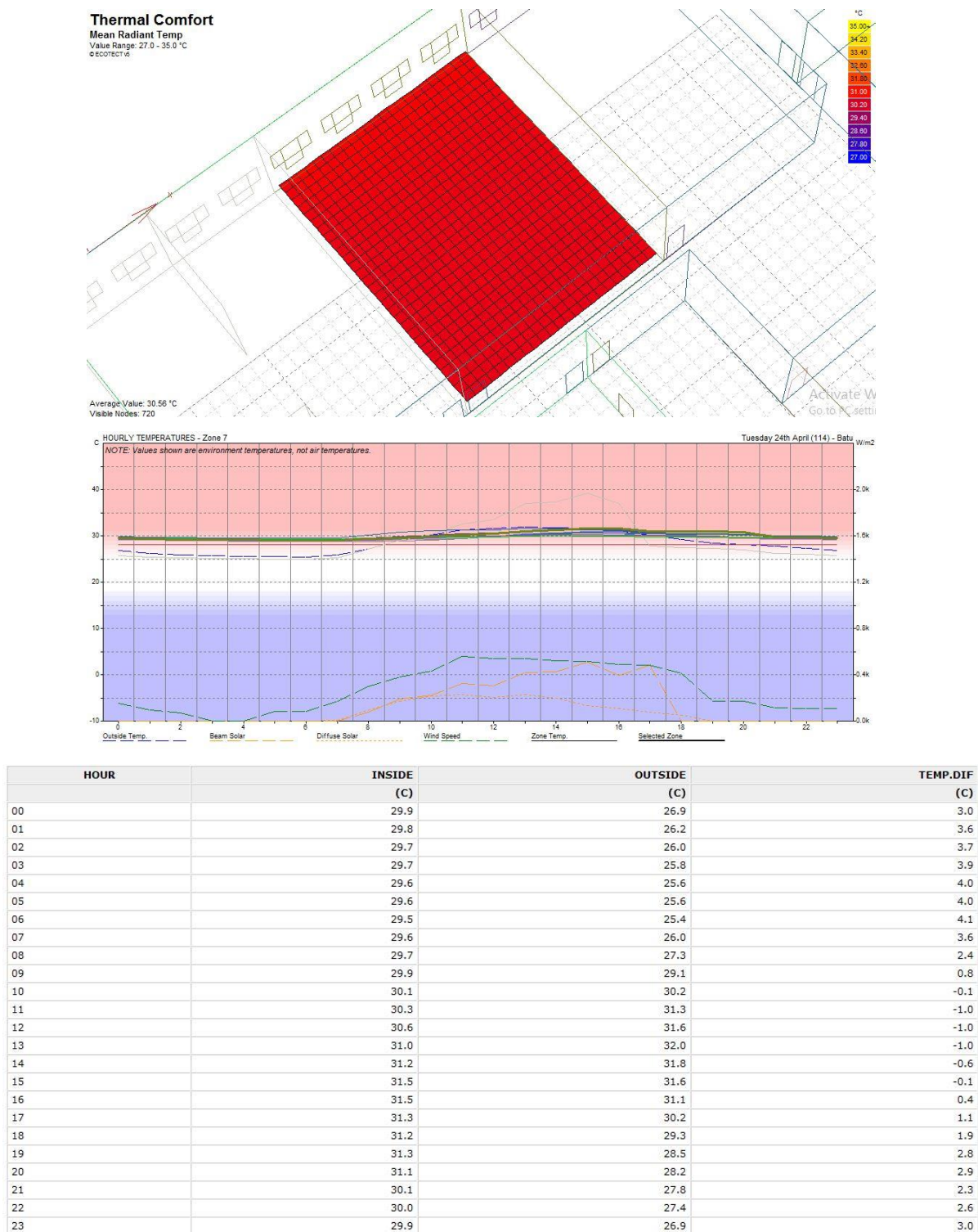
a. Ruang Bidang SDA



Gambar 4.68

Penambahan ventilasi sebesar 12,32 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Bidang SDA dari 29,97°C menjadi 29,80°C.

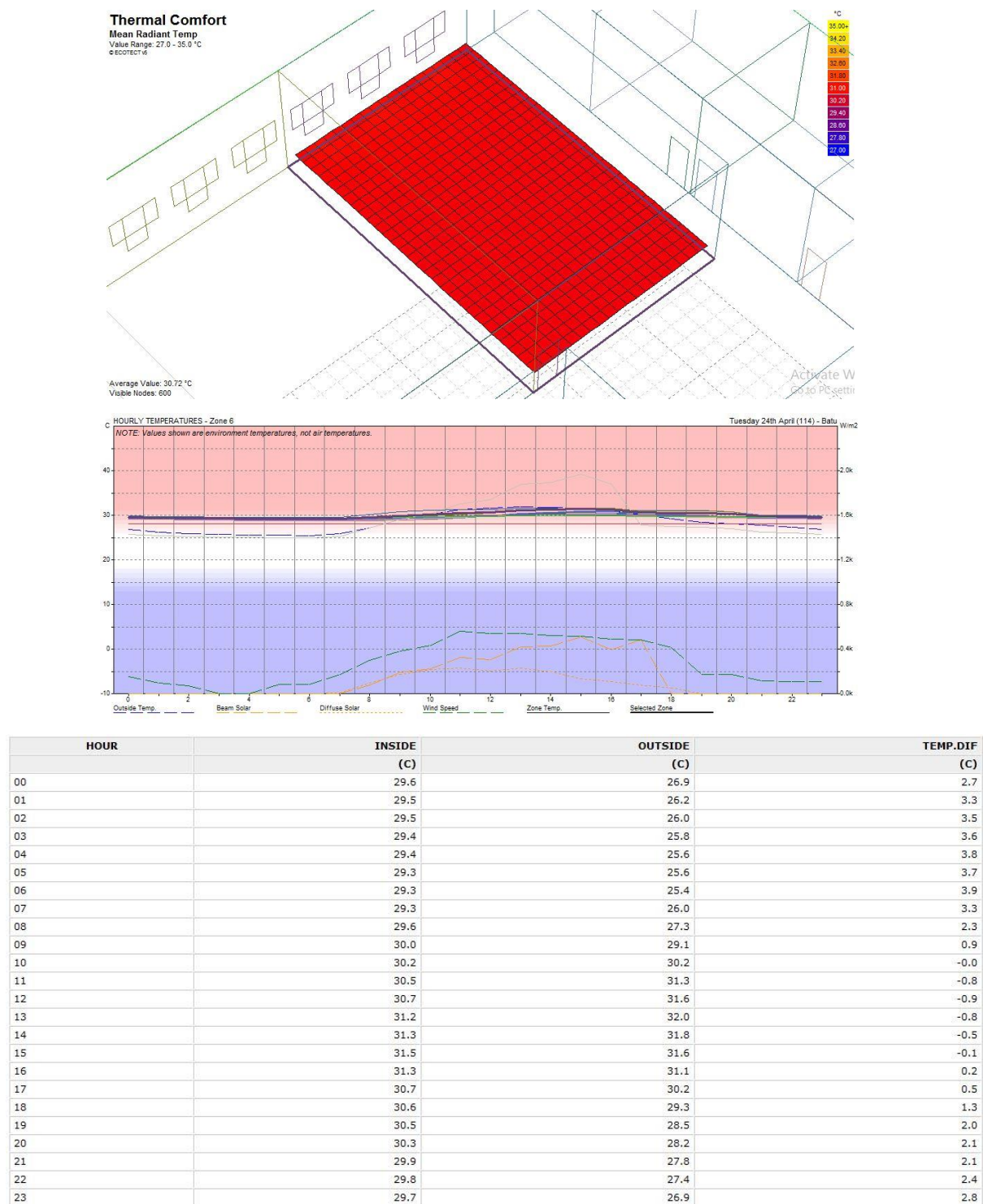
b. Ruang Bidang Bina Marga



Gambar 4.69

Penambahan ventilasi sebesar 8,48 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Bidang Bina Marga dari 30,72°C menjadi 30,56°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 15.00.

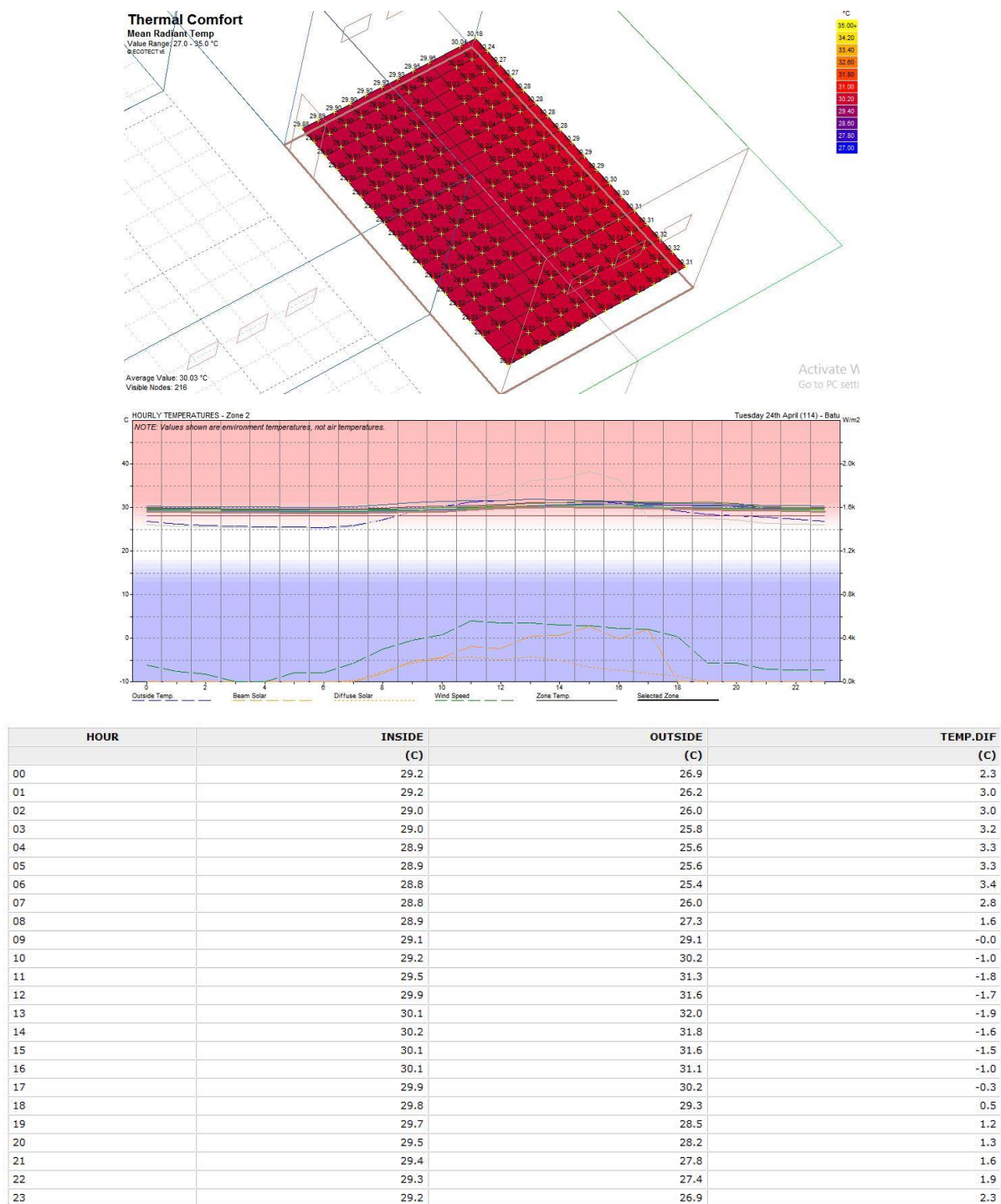
c. Ruang Bidang PJU



Gambar 4.70

Penambahan ventilasi sebesar 2,4 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Bidang PJU dari 30,86°C menjadi 30,72°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 15.00.

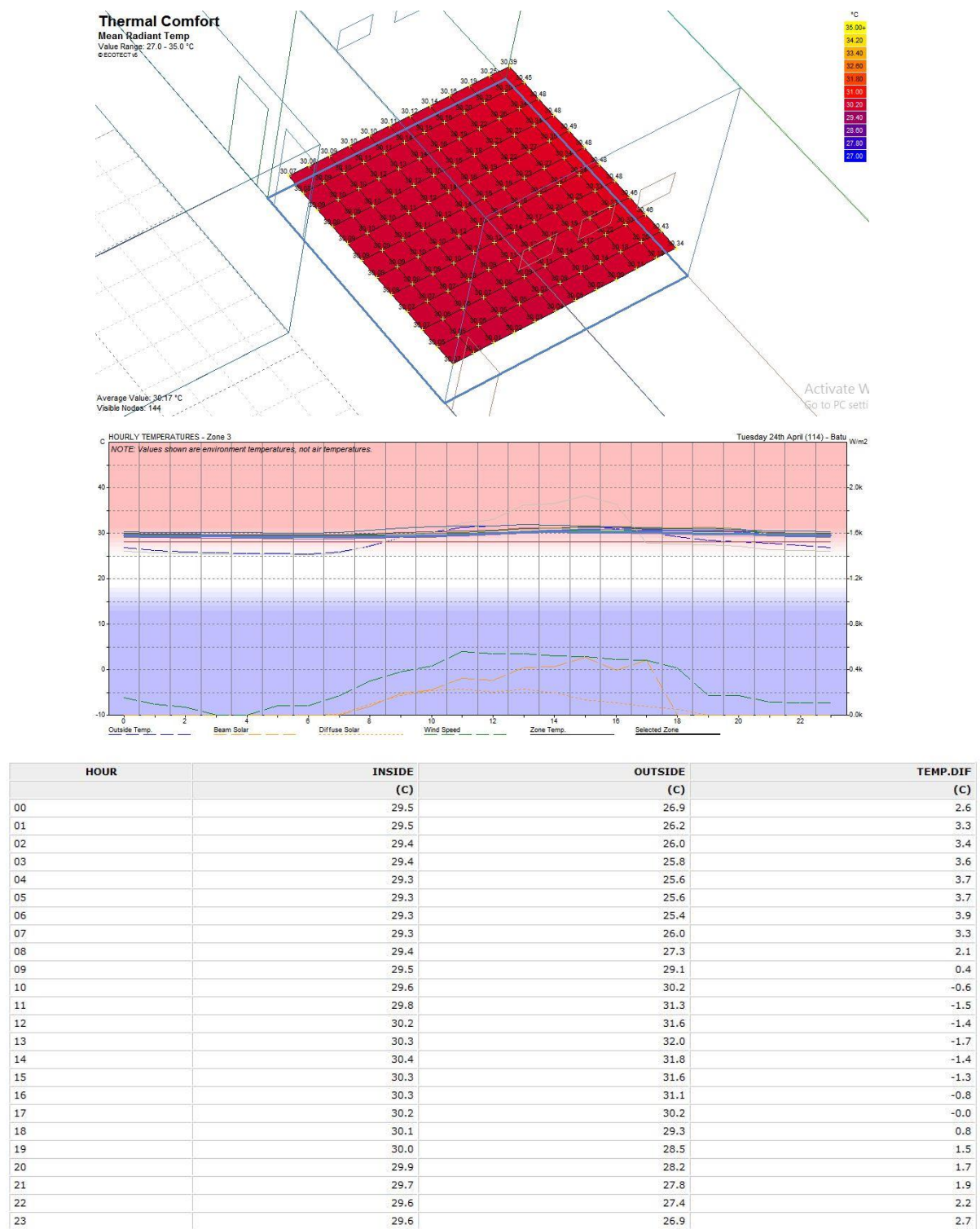
d. Ruang Kepala Dinas



Gambar 4.71

Penambahan ventilasi sebesar 3,6 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Kepala Dinas Pekerjaan Umum dan Dinas Pengairan dan Bina Marga dari 30,10°C menjadi 30,03°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 09.00 sampai 17.00.

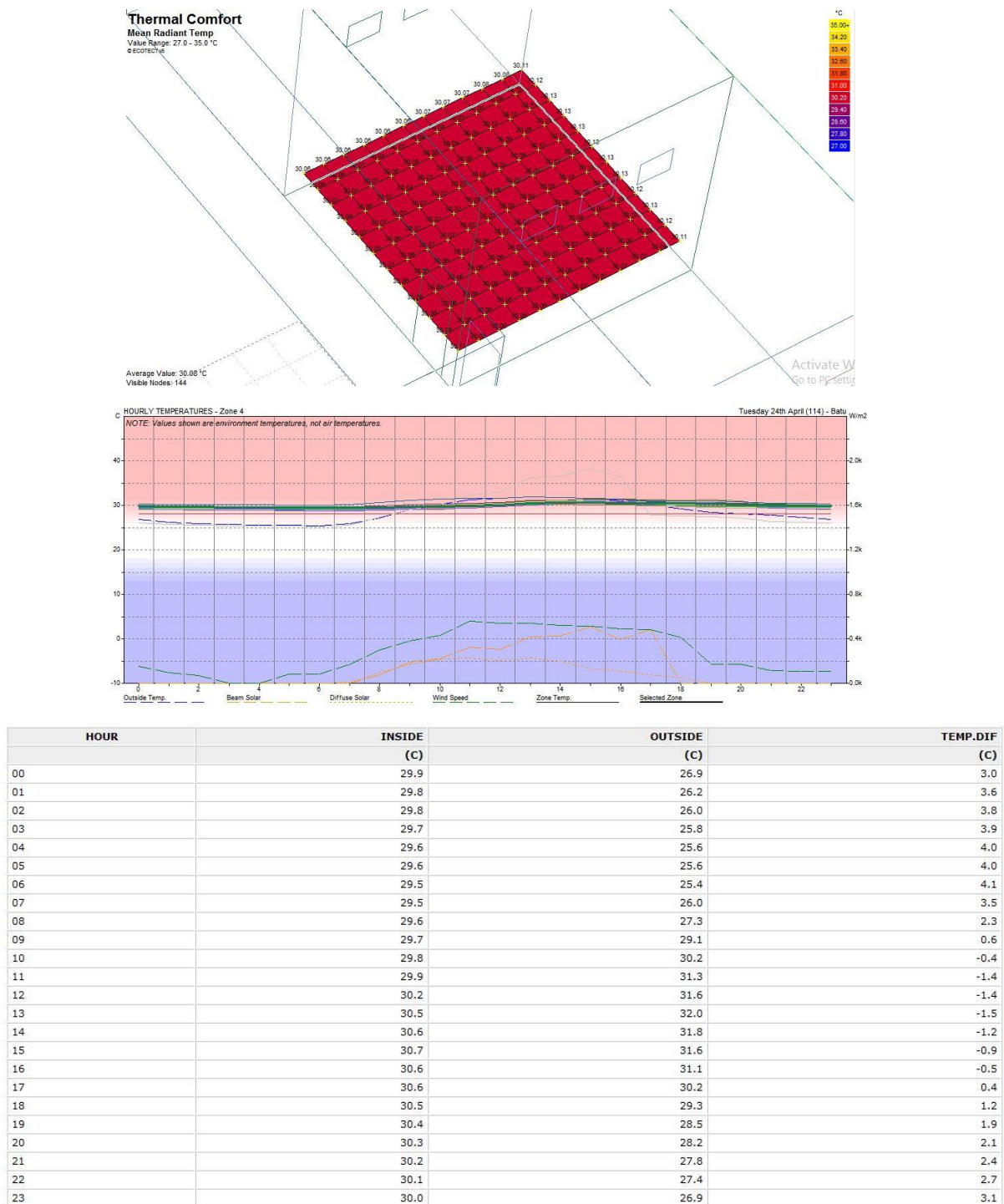
e. Ruang Tamu Kepala Dinas



Gambar 4.72

Penambahan ventilasi sebesar 3,6 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Tamu Kepala Dinas Pekerjaan Umum dan Dinas Pengairan dan Bina Marga dari 30,25°C menjadi 30,17°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 10.00 sampai 17.00.

f. Ruang Subbag Keuangan



Gambar 4.73

Penambahan ventilasi sebesar 3,6 m² menyebabkan penurunan suhu rata-rata Ruang Subbag Keuangan Dinas Pekerjaan Umum dan Dinas Pengairan dan Bina Marga dari 30,14°C menjadi 30,10°C. Ruangan mampu mendinginkan suhu luar pada pukul 11.00 sampai 16.00

4.10 Rekomendasi Selubung Bangunan Gedung C Kantor Balai Kota Among Tani Batu

Untuk mengoptimalkan sistem bangunan yang menangkap angin, maka transisi antara dinding bangunan dan kolom struktur bangunan ditambah dari 30 cm menjadi 50 cm, sedangkan untuk transisi antara dinding bangunan dan kolom yang lebih kecil ditambah dari 15 cm menjadi 35 cm. Rekomendasi ini dapat memaksimalkan tangkapan angin pada gedung C Kantor Balai Kota Among Tani Batu.



Gambar 4.74

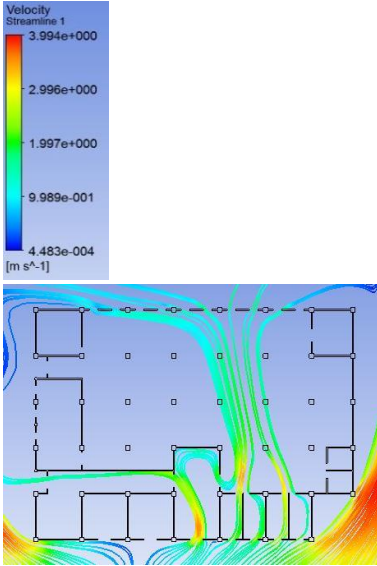
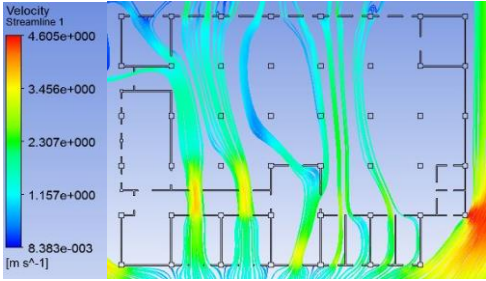
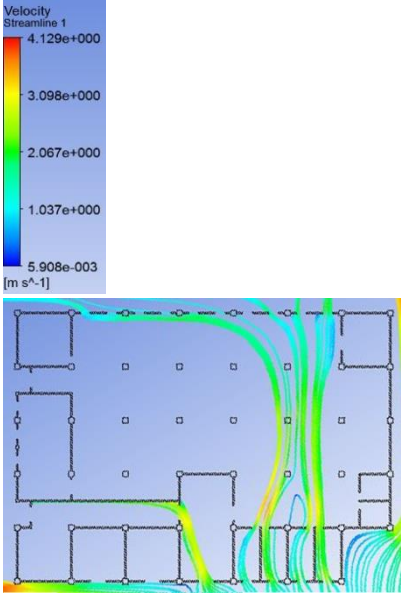
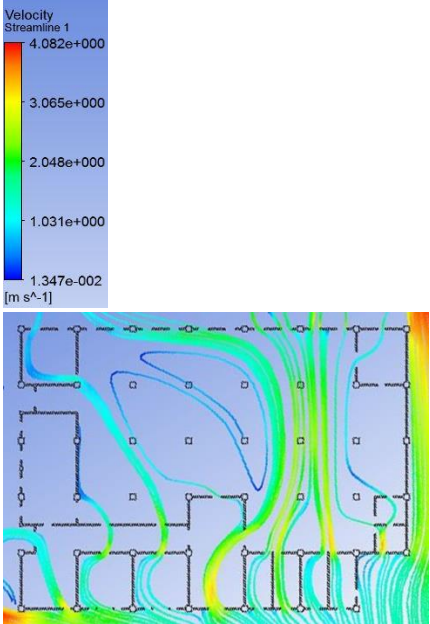
Kondisi Eksisting Selubung Dinding Bangunan

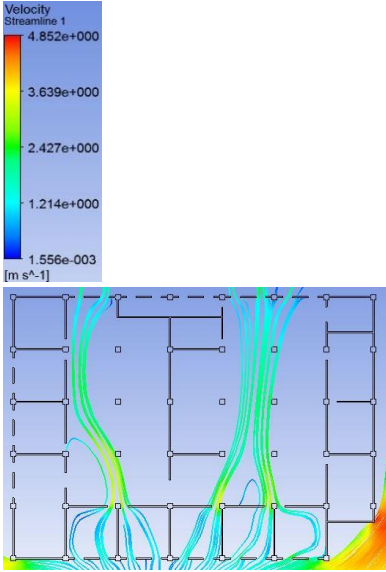
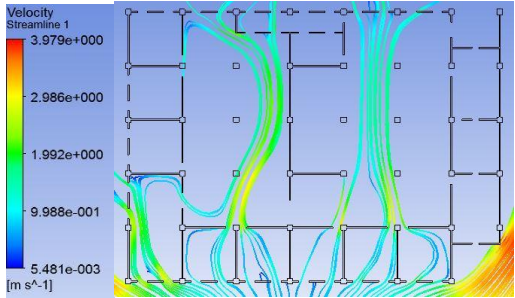
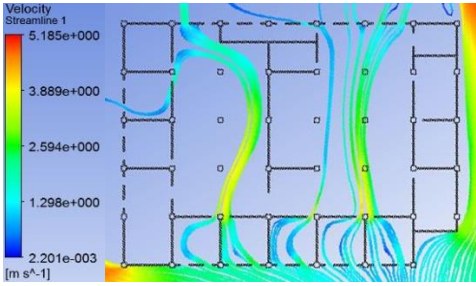
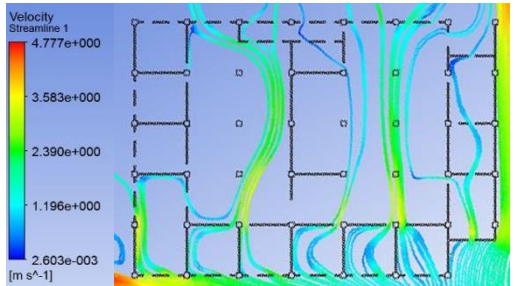


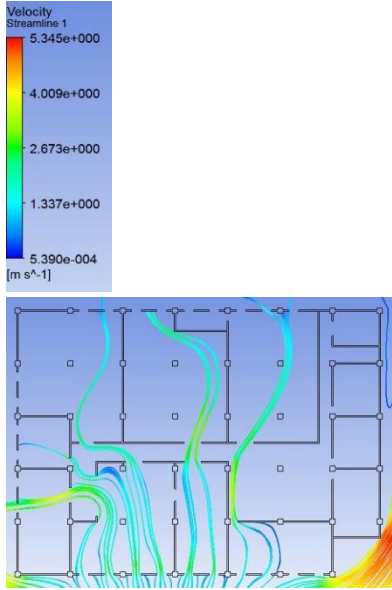
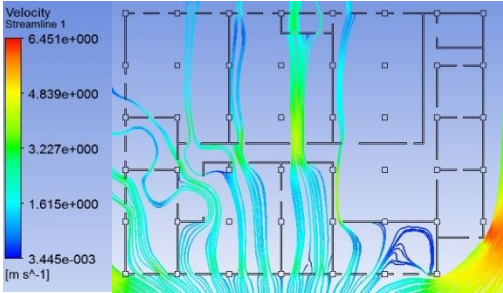
Gambar 4.75

Hasil Rekomendasi Selubung Dinding Bangunan

4.10 Hasil Simulasi Rekomendasi Menggunakan Software ANSYS Inc

Lantai	Eksisting	Rekomendasi
1	<p data-bbox="352 338 596 371">Pagi (08.00-09.00)</p>  <p data-bbox="352 1003 820 1249">Pada denah eksisting lantai 1 simulasi pagi hari (pukul 08.00-09.00) udara hanya melewati sebagian kecil ruang Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil dan beberapa ruang kepala bidang.</p>	<p data-bbox="858 338 1102 371">Pagi (08.00-09.00)</p>  <p data-bbox="858 719 1385 1088">Setelah dilakukan perubahan pada ukuran bukaan mengikuti standar SNI 03-6572-2001, pergerakan udara lebih merata pada ruangan. Termasuk pada Ruang Kantor Display Produk dan Bank BPD yang sebelumnya tidak terpapar pergerakan udara. Kecepatan pergerakan udara dalam bangunan meningkat. <i>Cross-ventilation</i> makin optimal.</p>
	<p data-bbox="352 1285 612 1319">Siang (09.00-16.00)</p> 	<p data-bbox="858 1285 1118 1319">Siang (09.00-16.00)</p> 

	<p>Pada denah eksisting lantai 1 simulasi siang hari (pukul 09.00-16.00) udara hanya melewati sebagian kecil ruang Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil dan beberapa ruang kepala bidang.</p>	<p>Setelah dilakukan penambahan jumlah dan luas bukaan, pergerakan udara lebih merata. Ruang Kantor Display Produk, Bank BPD, serta Ruang Kepala Bidang 5 dan 6 terpapar pergerakan udara. Kecepatan pergerakan udara dalam bangunan menurun.</p>
2	<p>Pagi (08.00-09.00)</p>  <p>Kondisi eksisting lantai 2 pada pagi hari (08.00-09.00), aliran udara hanya melewati bagian bangunan. Sedangkan pada sisi bangunan (kanan dan kiri) tidak terpapar pergerakan udara sama sekali.</p>	<p>Pagi (08.00-09.00)</p>  <p>Setelah dilakukan penambahan jumlah dan luas bukaan, aliran udara menyebar lebih merata daripada ruang kerja. Namun ruangan pada sisi bangunan (kanan dan kiri) tetap tidak terpapar pergerakan udara sama sekali. Kecepatan pergerakan udara dalam bangunan menurun. <i>Cross-ventilation</i> makin optimal.</p>
	<p>Siang (09.00-16.00)</p> 	<p>Siang (09.00-16.00)</p>  <p>Setelah dilakukan penambahan jumlah dan ukuran jendela pada rekomendasi</p>

	<p>Kondisi eksisting lantai 2 pada siang hari (09.00-16.00) tidak jauh berbeda dengan pagi hari.</p>	<p>desain, udara dari luar dapat bergerak melalui ruang Kepala Dinas, Lobby Meeting Room dan Meeting Room. Kecepatan pergerakan udara dalam bangunan menurun.</p>
3	<p>Pagi (08.00-09.00)</p>  <p>Kondisi eksisting lantai 3 pada pagi hari, udara cukup menyebar ke seluruh ruangan.</p>	<p>Pagi (08.00-09.00)</p>  <p>Setelah dilakukan penambahan ukuran dan jumlah jendela, pergerakan udara dalam bangunan lebih stabil. <i>Cross-ventilation</i> makin optimal.</p>

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Ventilasi pada Kantor Balai Kota Among Tani Batu belum sesuai dengan SNI-03-6572-2001 dan tidak memenuhi persyaratan ventilasi silang sehingga suhu ruangan seringkali lebih panas dibandingkan suhu luar. Sehingga kantor ini membutuhkan rekomendasi desain yang dapat menurunkan suhu dalam bangunan.

Kantor Balai Kota Among Tani Batu merupakan bangunan baru yang memiliki peranan penting di Kota Batu. Kantor ini juga mengawali pembangunan di Kota Batu yang berkelanjutan. Akan lebih baik apabila kantor ini memanfaatkan potensi iklim di Kota Batu untuk mengurangi penggunaan energi AC sebagai penghawaan utama pada bangunan.

Rekomendasi desain ventilasi alami yang diberikan disesuaikan dengan SNI-03-6572-2001 yaitu dengan persyaratan luas bukaan minimal 5% dari luas ruangan. Rekomendasi ini mampu menurunkan suhu ruangan-ruangan yang belum memenuhi standar dan mengoptimalkan *cross-ventilation* pada bangunan, sehingga kenyamanan termal pada bangunan pada 3 aspek (suhu udara, kelembapan udara dan angin) tercapai. Suhu rata-rata pada tiap ruangan dapat mengalami penurunan secara bervariasi hingga perbedaan suhu mencapai 2,23°C dibandingkan dengan ruangan yang tidak sesuai dengan standar.

5.2 Saran

Kajian mengenai Tata Ventilasi Alami pada Balai Kota Among Tani Batu ini diharapkan dapat menjadi masukan dalam perancangan bangunan lainnya di Kota Batu. Berikut kesimpulan saran yang dapat diterapkan pada bangunan yang akan dibangun di Kota Batu, yaitu:

1. Ventilasi alami pada bangunan harus disesuaikan dengan standar yang ada, karena ventilasi yang sesuai dengan standar akan menghasilkan suhu yang lebih nyaman untuk beraktivitas
2. Perancangan bangunan harus mengupayakan adanya ventilasi silang agar kenyamanan termal terbagi merata ke tiap-tiap ruang dalam bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cholis Idham, Noor. 2016. *Arsitektur dan Kenyamanan Termal*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Laela Latifah, Nur. 2015. *Fisika Bangunan 1*. Jakarta: Griya Kreasi
- Lechner, Norbert. 2007. *Heating, Cooling, Lighting*. Jakarta: Rajawali Pers
- Dep. Pekerjaan Umum 2001. *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. SNI 03-6572-2001
- Beckett, HE, 1974, Godfrey, JA
- Frick, Heinz. 2007. *Dasar-dasar Arsitektur Ekologis*. Yogyakarta: Kanisius
- Kodoatie, Robert J. & Sjarief, Roestam. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta, Andi